GASTONE MARTINI

IL COSTRUTTORE DI AEROMODELLI

TERZA EDIZIONE AMPLIATA

EDITORIALE AERONAUTICO - ROMA 1942-XX

GASTONE MARTINI

IL COSTRUTTORE DI AEROMODELLI

UFFICIO EDITORIALE AERONAUTICO
ROMA - PIAZZA DEL POPOLO 18
1942-XX

STAMPATO IN ITALIA NEL 1942
TUTTI I DIRITTI RISERVATI

STABILIMENTO GRAFICO TIBERINO S. A. - ROMA

PREMESSA ALLA TERZA EDIZIONE

Hanno collaborato alla compilazione di questa Terza Edizione redatta sulla falsariga del primo testo di Gastone Martini e Paolo Nobili gli ingegneri Giorgio Bacchelli (aerodinamica), Ugo Luccardi (motorino a scoppio), Uberto Travagli (aeromodelli da sala, eliche, ecc.) e Carlo Tione (revisione). I disegni sono di Ugo Luccardi, Uberto Travagli, Paolo Nobili, Piero Peracchio e Mario Celani.

Anche l'aeromodellismo segue la sua naturale evoluzione e se qualche osservatore superficiale, confrontando non diciamo uno dei primi modelli di Penaud (1872), ma un'*Antoinette* o un'*Olympia* (apparecchi del 1904 e 1905) con i modelli di dieci o cinque anni or sono, concludesse che, in fondo, si tratta sempre della medesima cosa, commetterebbe un grande errore di valutazione.

L'aeromodellismo, che, per merito di un pionerismo intelligente, ostinato, cocciuto talvolta, è passato a traverso numerose fasi sperimentali, prima anticipando le forme, i principî naturali e la tecnica costruttiva dei primi aeroplani e quindi queste forme e principî e metodi costruttivi imitando, è una scienza in continua evoluzione. Basata sui principî generali dell'aerodinamica, questa pratica costruttiva si sviluppa e si evolve ora al di fuori e indipendentemente dalle costruzioni aeronautiche propriamente dette.

L'aeromodellismo, dunque, è passato a traverso due stadî ed è pervenuto ad un terzo, a quello attuale. Codesti tre stadî sono: 1°) ricerche, tentativi, esperimenti che si confondevano con l'affannoso studio che gli uomini dell'Ottocento praticavano per risolvere il problema affascinante del

volo (di fatti, i pionieri dell'aeromodellismo erano allora gli stessi pionieri dell'aviazione); 2°) imitazione e riproduzione in miniatura delle macchine con le quali l'uomo era finalmente riuscito a volare; 3°) sviluppo indipendente dell'aeromodellismo quale pratica affine all'aviazione, ma con problemi e scopi fine a se stessi. Ne consegue che, giunto a questo punto, pur non perdendo di vista il progresso delle costruzioni aeronautiche in genere e pur rimanendo questa un'attività a traverso la quale i giovani acquistano cognizioni e compiono esperienze che li fanno appassionare ai problemi del volo svelandone gli effascinanti aspetti (onde sono indotti a diventare piloti o costruttori di aeroplani), l'aeromodellismo segue suoi particolari metodi costruttivi, fa uso di materiali da costruzione proprî, escogita nuove forme per un maggiore rendimento e nuove estetiche, applica piccole trovate e invenzioni, sfrutta qualunque forza motrice e sostentatrice (benzina, gomma, molle meccaniche, aria compressa, gas di varia specie, esplosivi, correnti termiche, traini, ecc.).

Come si vede, l'aeromodellismo non differisce dall'aeroplano soltanto per una ragione essenziale, e cioè per il fatto che l'aeroplano vola pilotato da un uomo mentre l'aeromodello vola automaticamente, ma anche perchè segue suoi e del tutto particolari metodi di progettazione e costruzione ispirati a concetti che molto spesso, come abbiamo detto, sono fine a se stessi, vale a dire risolvono problemi che esulano dal campo generico dell'aviazione per rimanere esperienza, patrimonio, tradizione soltanto dell'aeromodellismo diventato una scienza a sè.

E' logico, dunque, che il progresso continuo in questa materia tanto utile e appassionante per la gioventù venga seguìto e divulgato anche in manuali, oltre che nella pratica quotidiana e a traverso le pubblicazioni periodiche specializzate. Ecco perchè questa nuova edizione del *Costruttore di Aeromodelli* — che è la terza — è stata, per quanto possibile, aggiornata. Così, mentre molti capitoli sono stati rimaneggiati da capo a fondo (es. il capitolo sulle eliche) altri del tutto nuovi sono stati aggiunti: ad esempio il capitolo sul motore a scoppio e quello sugli aeromodelli da sala.

La collaborazione dei tecnici si è così ampliata e l'opera dell'autore di questa premessa è stata sopra tutto quella del coordinatore. Hanno collaborato alla compilazione di questa terza edizione redatta sulla falsariga del

primo testo di Martini e Nobili gli ingegneri Giorgio Bacchelli (aerodinamica), Ugo Luccardi (motorino a scoppio), Uberto Travagli (aeromodelli da sala ed eliche) e Carlo Tione (revisione). I disegni sono di Ugo Luccardi, Uberto Travagli, Paolo Nobili, Piero Peracchio e Mario Celani.

A questa terza edizione abbiamo tolto il capitolo « Un po' di storia » e relativa documentazione fotografica, argomento che sarà oggetto di una pubblicazione a parte, più completa e ricca.

Congediamo alle stampe questo volume con la speranza che, come nelle due precedenti edizioni, i giovani che vogliono affrontare le gioie e le pene dell'aeromodellismo vi apprendano con poca fatica le cognizioni indispensabili al successo.

GASTONE MARTINI

Roma, febbraio 1942-XX.

PREFAZIONE

L'aeromodellismo è l'attività che comprende lo studio, la costruzione e la messa in movimento di piccoli modelli d'aeroplano o simili ad un aeroplano nelle caratteristiche essenziali. Queste minuscole macchine, che si reggono in volo autonomo e che, quando si tratti di determinati tipi, decollano con i propri mezzi, si chiamano comunemente e molto appropriatamente aeromodelli.

Pochi sono coloro che hanno un'idea esatta dell'aeromodellismo. Si crede comunemente che siffatta attività sia uno dei trastulli modernissimi dei fanciulli. Noi, invece, possiamo assicurarvi che nessuno, dei tanti ragazzi che conosciamo, fa dell'aeromodellismo per giuoco. La caratteristica del ragazzo costruttore di modelli volanti è, anzi, la tenacia e la serietà. Nessuno abbandona l'impresa dopo averla tentata; e guai a dire a un costruttore di modelli volanti che, costruendo le sue macchine e lanciandole nell'aria, egli si trastulla! Egli vi risponderebbe con profonda convinzione che lavora con serie cognizioni tecniche, precisamente come i costruttori dei veri apparecchi a motore e veleggiatori. Tale mentalità si è venuta formando e rapidamente diffondendo fra i nostri ragazzi che dedicano intelligenza e abilità alle costruzioni aeronautiche.

L'ignoranza dei grandi e dei piccoli, in questo campo, e, sia pure, l'errore di valutazione (che è peggio), hanno ostacolato, e non poco, il progresso dell'aeromodellismo. Certa deplorevole consuetudine di non prendere mai sul serio ciò che fa un fanciullo ha, specialmente nel passato, impedito il diffondersi di questa attività che può fare di un ragazzo, magari sperduto nella più lontana e meno progredita plaga d'Italia, un appassionato della aviazione e un esperto di aeronautica.

La costruzione di piccoli modelli sperimentali precede sempre la macchina di proporzioni normali. E noi sappiamo che i geniali precursori del volo umano, come il tedesco Giovanni Müller e il nostro Leonardo da Vinci, costruirono minuscoli apparecchi volanti.

La leggenda e la storia ci narrano di molti tentativi antichi fatti allo scopo di dare all'uomo il dominio dei cieli. Prima, tuttavia, che gli inventori, o presunti tali, si accingessero alla costruzione dei loro apparecchi in grandezza naturale, solevano sperimentarli in modelli (così Besnier nel 1678, Degen nel 1806, Henson nel 1842, Pénaud nel 1872 e molti altri ancora).

L'ingegnere austriaco Wilhelm Kress, che fece le sue esperienze dopo Pénaud, scriveva nel 1880 che se un inventore non è capace di costruire il modello del suo apparecchio in modo tale che questo possa liberamente e stabilmente volare, costui non ha il diritto di pretendere che si incoraggi un suo tentativo. Allora non si conosceva la legge sulla relatività dei fluidi, nè, tanto meno, esistevano le gallerie del vento (tunnels aerodinamici) per le prove sui modelli degli apparecchi progettati.

E' anche interessante, a proposito di modellini di apparecchi sperimentali, sentire il parere del pioniere dell'aviazione francese Voisin, il quale, pregato dallo scrittore Dollfus di dettare una prefazione per il volume « Petits modèles d'aeroplane », pubblicato nel 1912, disse: « Se io mi reco ad assistere alle prove degli apparecchi sperimentali, sarò terribilmente nervoso, cosa che farà dire agli imbecilli che io ho il più detestabile dei caratteri. Il fatto è che avrò paura, una paura irragionevole di vedere improvvisamente l'aeroplano sbandare, precipitare e abbattersi al suolo. I nostri piloti sono un poco nostri figliuoli e le macchine volanti sono dei terribili giocattoli... Che la prova riesca, o no, in nove casi su dieci noi saremo nell'impossibilità di individuare le cause dell'insuccesso. Ma se noi saremo più accorti, faremo

quello che avete fatto voi (aeromodellisti): costruiremo, cioè, dei modelli e le prove saranno la nostra gioia. Noi ne costruiremo un grande numero e li lanceremo dalle più inverosimili posizioni. Faremo magari succedere, a bella posta, le più impressionanti catastrofi, ridendo, e riusciremo presto, senza pericolo e senza danni materiali, a conoscere i difetti delle nostre macchine e, forse, a conoscere meglio perchè e come esse volino ».

L'aeromodellismo è nato, dunque, da una necessità di esperienze pratiche del massimo interesse. Si sono da prima costruite delle minuscole macchine volanti (come si poteva chiamarle modelli di aeroplani, se gli aeroplani non avevano ancora volato, e perciò non avevano ancora un nome?), e quindi si sono costruiti i modelli di macchine volanti per fare — come consigliava appunto Voisin — delle esperienze, in sèguito alle quali perfezionare i velivoli costruiti.

Il primo uomo che si levò in volo su aeroplano fu un tedesco, Otto Lilienthal, che il 10 agosto 1896 soccombette alle ferite riportate precipitando con la sua macchina. Chanute, i fratelli Wright e il capitano Ferber furono seguaci di Lilienthal. Si può dire che i primi voli di Lilienthal siano stati il punto di partenza dell'aviazione odierna. Wilbur Wright volò per la prima volta (il 17 dicembre 1903) su un primitivo biplano, dapprima disteso, poi seduto sull'orlo anteriore dell'ala inferiore.

Da quando l'uomo ha incominciato a trarre profitto da tutto ciò che in natura si muove, striscia, o vola, egli ha considerato con occhi invidiosi gli animali che non poteva imitare nei loro movimenti. Oltre agli uccelli, notiamo tra i rettili volanti il rhacophrus, *in India e nelle isole della Sonda, che ha dieci centimetri di lunghezza e 80 centimetri quadrati di membrane portanti; il pesce volante, che pratica il volo librato* (dactylopterus volitans) *ed è comune nella Dalmazia; e il singolare* exocoetus *(Museo di storia naturale di Vienna), che misura 29 centimetri di lunghezza, e ha ali di 20 centimetri di estensione.*

La natura ci presenta le più svariate forme di volo, adattate volta per volta alle condizioni di esistenza dei singoli animali. Il volo ad ali vibranti, che si trova, oltrechè negli insetti, anche negli uccelli, è un esempio tipico che dimostra come il volo si adatta alle condizioni di vita dei singoli esseri. Il colibrì può mantenersi immobile nell'aria col becco immerso nel calice di

un fiore, in cui cerca nutrimento a guisa di una farfalla. Altri animali volano invece ad ali battenti, e remiganti, battendo verso il basso e all'indietro le ali, cosicchè queste, spostando man mano il loro punto d'appoggio su masse d'aria sempre nuove, ottengono il progressivo avanzamento.

L'uomo ha studiato particolarmente il volo librato dell'albatro e del falco che sono stati presi a modello. Ma anche il regno vegetale è stato attentamente studiato. Si pensi ai semi muniti di peli vibratili. Questi semi volano lungamente. Interessa sommamente il seme della zanonia, le cui eccellenti qualità aeronautiche sono state studiate da molti costruttori ai primordi dell'aviazione.

Quasi tutti i ragazzi hanno già un'idea rudimentale dell'aerodinamica. Chi non ha costruito un aquilone? Naturalmente, dalla costruzione dell'aquilone, il ragazzo di buona volontà e che abbia una sia pure piccola passione per l'aviazione, passa alla costruzione di un piccolo modello d'aeroplano. E' a questo punto dell'attività dei nostri giovani e giovanissimi amici che può essere utile il presente manuale. Noi insegneremo a costruire modelli volanti di tutti i tipi e daremo un'idea chiara, semplice ed esatta delle leggi che regolano il volo dei velivoli.

Notevole sarà il giovamento che i giovani potranno trarre da un aeromodellismo serio, scientifico. Siamo certi che un giovane proveniente dall'aeromodellismo potrà giungere al pilotaggio degli apparecchi a motore con un prezioso bagaglio di cognizioni tecniche e di esperienze utilissime. Egli conoscerà, allora, come pochi, la macchina su cui l'uomo vola (materiale, congegni e leggi fisiche) e conoscerà meglio di qualunque altro pilota l'elemento nel quale il velivolo si sostiene e si muove.

g. m.

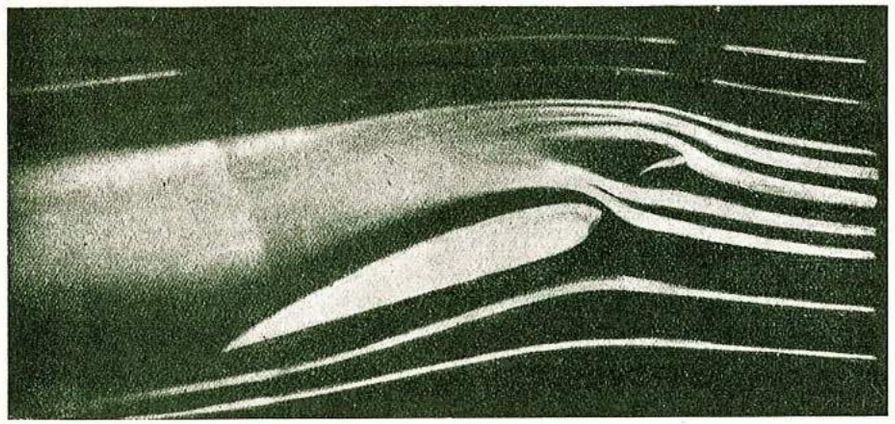
Roma, marzo 1936

UN PO' DI AERODINAMICA

L'aeromodellista è un costruttore di aeroplani, anche se si tratta di velivoli minuscoli e con motori, i quali, quasi sempre, consistono in matasse di fili di gomma, in pochi pistoni mossi da aria compressa, o in un motorino a scoppio di piccolissima potenza (quasi sempre di un quinto di cavallo). L'aeromodellista, perciò, oltre ad avere capacità normali di operaio che sappia costruire con precisione, deve conoscere le leggi tecniche e fisiche a cui bisogna scrupolosamnte attenersi per la costruzione di macchine atte al volo. Tali leggi non mutano, sia che si debba costruire un aeromodello, sia che si voglia costruire un aeroplano vero. La differenza fra aeroplano vero e aeromodello consiste principalmente nel fatto che il primo viene pilotato da un uomo che vi sta sopra e si fa trasportare, mentre il secondo viene lanciato da un ragazzo o da un uomo, che rimane a terra. Il modello deve essere, quindi, automaticamente stabile.

L'aeromodellista, dunque, deve saper progettare e, in un secondo tempo, costruire il suo apparecchio. Chi seguirà le nostre lezioni, imparerà in breve tempo a progettare e a costruire.

Nelle nostre lezioni noi parleremo soltanto del tipo di modello monoplano, poi che gli altri tipi (biplano, triplano, ecc., i quali richiedono un



La fotografia di una sezione alare con aletta anteriore esperimentata al tunnel aerodinamico con correnti d'aria miste a fumo. Il fumo è stato mescolato all'aria per avere la rappresentazione dell'andamento dei filetti fluidi.

lavoro più complesso per la costruzione) sono basati sullo stesso principio.

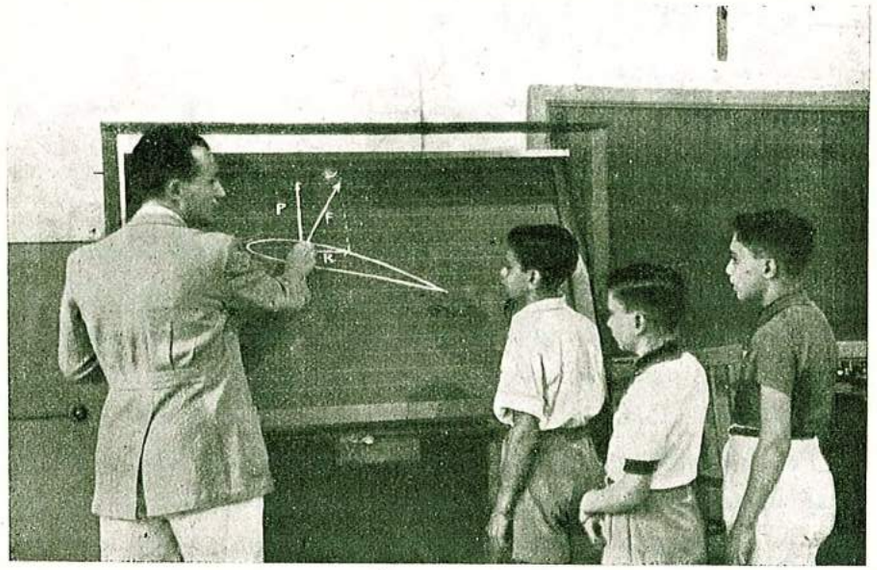
Lo scopo che deve prefiggersi il costruttore di modelli volanti è uno solo: che il suo apparecchio voli automaticamente con i proprii mezzi. Coloro i quali costruiscono un modello imitando e riproducendo fedelmente un vero aeroplano, senza preoccuparsi delle possibilità di volo, fanno un lavoro (sia pure dilettevole e per certi riguardi interessante) inutile dal punto di vista dell'aeromodellismo. Si metta dunque subito in mente il costruttore che per ottenere un aeromodello che voli egli deve attenersi scrupolosamente alle regole dell'aerodinamica e ai sistemi di costruzione che noi ampiamente illustreremo.

L'aria, come i liquidi, offre una resistenza ai corpi che in essa si muovono. La resistenza, apparentemente di poca entità, assume un valore notevole quando i corpi in moto acquistano una certa velocità. Ora, se usiamo speciali accorgimenti, un corpo che si muove nell'aria potrà subire, oltre alla resistenza all'avanzamento, una spinta verso l'alto. L'aerodinamica insegna a diminuire tale resistenza, nociva, e a sfruttare questa spinta: *forza sostentatrice*. Se noi avanzassimo sostenendo con le mani una tavola piana con la superficie di questa rivolta perpendicolarmente rispetto alla direzione d'avanzamento, sentiremmo che l'aria offre una resistenza che diverrebbe maggiore se si aumentasse la velocità d'avanzamento. Se, invece, la stessa

tavola fosse tenuta con la superficie obliqua rispetto alla direzione d'avanzamento e con il bordo anteriore rivolto in alto, si sentirebbe che l'aria offre una resistenza minore, e ciò per effetto dell'inclinazione, la quale produce una diminuzione di superficie rispetto alla proiezione sul piano d'avanzamento. Ma si sentirebbe pure che sulla tavola agisce un'altra forza, il cui effetto sarebbe quello di far sollevare la tavola inclinata.

Chi di voi non ha costruito un cervo volante? Esso, appunto, si solleva nell'aria in virtù di questa forza prodotta dalla resistenza dell'aria su un piano inclinato avanzante, con la sola differenza che, contrariamente alla tavola, il cervo volante è immobile nell'aria dotata di movimento (vento).

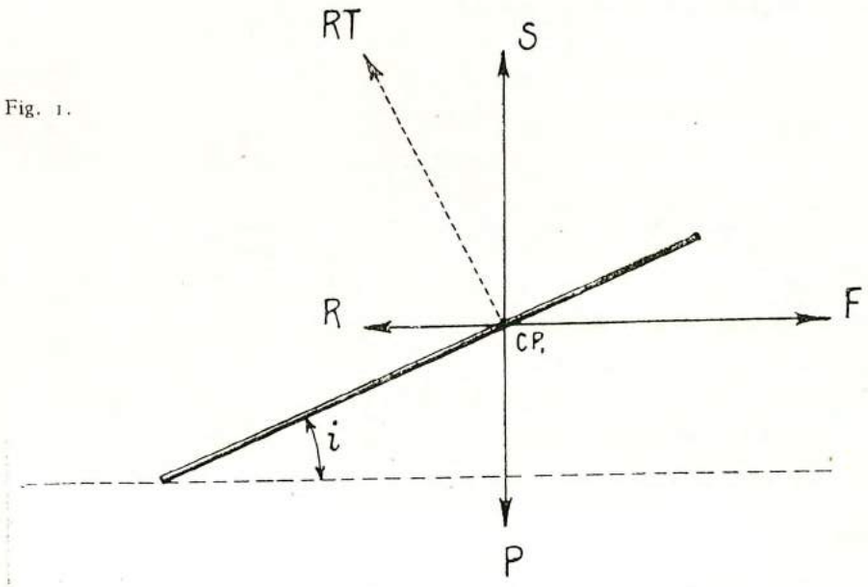
Se consideriamo il caso (fig. 1) della tavola inclinata in movimento nell'aria nella direzione della forza F, l'angolo *i*, che il piano forma con la direzione del movimento, si chiama *incidenza*. Potremo constatare che sulla tavola agiscono contemporaneamente quattro forze partenti da un punto CP di reazione, punto che si chiama *centro di pressione*. F rappresenta la forza di trazione, P la forza prodotta dal peso proprio, R la forza di resistenza all'avanzamento, S la forza di sostentatrice. Eguale disposizione



Un po' di aerodinamica elementare. Notare l'attenzione degli allievi.

di forze possiamo considerare di avere sull'ala di un aeroplano in volo. Perciò, sia per la superficie piana della tavola, sia per il cervo volante, e sia per l'aeroplano, quando la forza S diventa maggiore di quella P avviene il sollevamento. La forza F, *trazione* data dalla potenza del motore, agisce provocando una certa velocità e in contrasto con questa forza si forma la forza R, che rappresenta la resistenza all'avanzamento: la resistenza diverrà sempre più grande quanto più aumenterà la velocità, o l'angolo di incidenza. La forza S, *sostentatrice*, agisce in senso contrario al peso P, cioè in senso verticale e verso l'alto; essa aumenta con l'aumentare della velocità e dell'incidenza, ma l'aumento di questa è utile fino a un certo limite

Fig. 1.



oltre il quale la forza sostentatrice comincia a diminuire riducendosi a zero quando l'incidenza è uguale a 90°, cioè quando la tavola è disposta verticalmente. La forza RT è la risultante totale che, scomposta, dà le componenti S e R. Quindi, a parità di risultante, la forza S sarà tanto più grande quanto più piccola sarà la forza R.

Per ridurre la forza R al minimo, nelle costruzioni aeronautiche si è ricorso allo studio delle forme che offrono la minima resistenza all'avanzamento, o, come si dice comunemente, *di buona penetrazione*. Se si osserva un aeroplano moderno, si vedrà fino a qual punto il costruttore si è

preoccupato di dare ad ogni singola parte del suo apparecchio forma di buona penetrazione: ali, fusoliera, carrello, ecc., tutte parti che, ad un esame superficiale, dànno l'impressione di forme insolite o strane, e che hanno, invece, la sagoma più adatta per offrire la minima resistenza alla traslazione nell'aria. Tali forme sono il frutto di speciali studi che costituiscono una parte dell'aerodinamica e le conseguenze di speciali esperienze fatte allo scopo di ridurre la forza di resistenza R al valore minimo. Questa condizione permette di ottenere la massima velocità con una data potenza di motore; viceversa, per un determinato valore della velocità, che dipende anche dalla potenza del motore, si ottiene la massima forza sostentatrice S.

Dunque è chiaro che il costruttore deve, per prima cosa, sfruttare le migliori forme aerodinamiche per ottenere, con la potenza a sua disposizione, la maggiore forza sostentatrice possibile in confronto alla forza di resistenza minima. Tutto ciò l'aeromodellista deve tenere in grande conto, perchè nelle sue costruzioni egli avrà sempre a sua disposizione potenze minime da sfruttare al massimo.

Abbiamo detto che sulla superficie piana in movimento vi è un *punto* chiamato *centro di pressione* a cui è applicata la forza della *risultante totale* e su cui si concentrano e reagiscono le altre forze. Questo *punto* è in posizione variabile a seconda dell'incidenza della superficie rispetto alla linea di trazione. E' stato sperimentato che tale centro di pressione si sposta, col variare dell'incidenza, tra il primo quarto avanti e la metà della superficie portante. La stessa cosa, però, non avviene se la superficie è curva: in questo caso è stato riscontrato che il centro di pressione, situato nel mezzo della superfice per incidenza di 90°, si sposta in avanti a mano a mano che diminuisce l'incidenza fino verso il valore di 15° e poi, dai 15 gradi fino a zero gradi, ritorna bruscamente indietro.

Le figure 2 e 3 sono i diagrammi della posizione del centro di pressione, secondo varie incidenze, rispettivamente per una superfice piana e per una superfice curva.

Nella figura 2 la superfice piana è rappresentata dai raggi del maggiore arco di cerchio tratteggiato; l'arco di cerchio minore, tratteggiato, di raggio metà, rappresenta il punto di mezzo della superfice. La corrente d'aria orizzontale, proveniente da destra, incontra la superfice con varie incidenze

uguali all'angolo formato dalla retta orizzontale e dal raggio corrispondente alla posizione della superfice; se la superfice è disposta secondo il raggio inclinato di 10°, l'azione della corrente d'aria si concentra nel punto di intersezione del raggio a 10° con la curva continua del diagramma. Tale punto si trova circa al 30% della lunghezza della superfice, a partire dal punto più avanzato, *bordo d'attacco,* rappresentato dal centro dei cerchi. Aumentando l'incidenza, la posizione del centro di pressione si allontana dal bordo d'attacco fino al punto di mezzo della superficie, 50% della lunghezza, per incidenza di 90°.

Nella fig. 3 la superfice curva è rappresentata dalle linee curve, ed analogamente alla superfice piana, la posizione del centro di pressione è data dall'intersezione di ognuna di tali curve con la curva del diagramma. In questo caso per incidenza si intende l'angolo formato dall'orizzonte con la retta che unisce i due estremi della curva rappresentatrice della superfice.

E' importante notare, confrontando i due diagrammi, che partendo da incidenza 0°, nel primo caso il centro di pressione, da una posizione avanzata, retrocede regolarmente fino al mezzo della superfice per l'incidenza di 90°; nel secondo caso, invece, da una posizione arretrata, oltre il mezzo della superficie, per l'incidenza di 0° si sposta in avanti fino ad un massimo di avanzamento per l'incidenza di 15°, quindi retrocede fino al mezzo della superficie per l'incidenza di 90°.

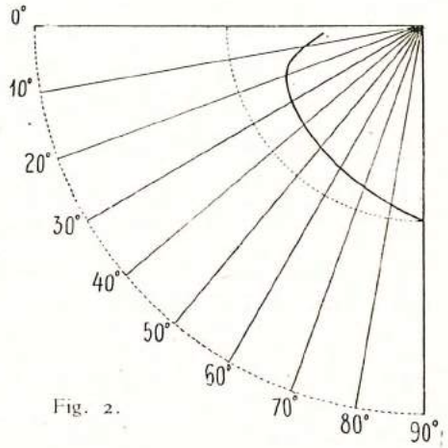


Fig. 2.

Noteremo subito che la superficie piana è stabile, mentre la superficie curva è instabile. Infatti, se la superficie piana tende ad aumentare l'incidenza, il centro di pressione viene a trovarsi più indietro, quindi tende a sollevare la parte di superficie posteriore e a ristabilire l'equilibrio. Per la superficie curva, invece, fra 0° e 15° d'incidenza, che sono i limiti normalmente usati, essendo il cammino del centro di pressione diretto in avanti, lo squilibrio viene accentuato.

Si è voluto accennare a questo fenomeno perchè la sua conoscenza sarà utile quando nella costruzione delle ali si dovrà fare la scelta del profilo, o della sezione alare, scelta che è molto importante e della quale parleremo più oltre.

Abbiamo fatto cenno alle superfici curve poichè di queste si farà grandissimo uso. Come vedremo, dal punto di vista della migliore utilizzazione delle superfici portanti, quelle curve si prestano molto di più al sostentamento. Esse, difatti, dànno un miglior *rendimento aerodinamico.*

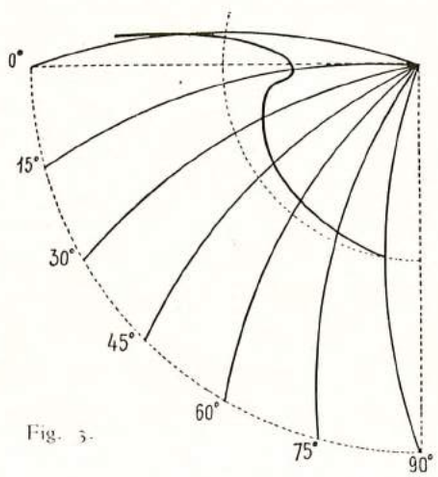


Fig. 3.

In pratica si è trovato che una piastra a sezione spessa di un determinato profilo (fig. 4), pur presentando una resistenza dell'avanzamento, è soggetta a una forza di sostentamento, anche a piccole incidenze. Ciò si deve al fenomeno della ripartizione dei filetti d'aria intorno alla superficie, filetti che si trasformano in due correnti (fig. 4), di cui una segue la parte superiore e l'altra la parte inferiore della piastra, per poi, contemporaneamente, ricongiungersi al di fuori di questa. *Grosso modo*, si può dire che la corrente d'aria superiore, dovendo percorrere un tratto maggiore, dovrà essere dotata di velocità più grande. Perciò, la differenza di velocità che si crea, provoca una depressione nella parte superiore, depressione dovuta all'aumento di velocità della corrente d'aria, e nella parte inferiore una pressione dovuta alla minore velocità della corrente d'aria. L'effetto combinato di depressione e pressione, provoca il sollevamento della piastra anche ad un'incidenza di zero gradi.

L'aeroplano è la macchina con la quale l'uomo ha risolto il problema della navigazione aerea. Tutti gli altri mezzi studiati allo scopo di sostenersi dinamicamente nell'aria (ad eccezione, perciò, del dirigibile, che è a sostentazione statica) non hanno avuto fino ad oggi applicazioni pratiche. Nell'aeroplano la sostentaziene si ottiene per via dinamica, cioè per effetto

del movimento relativo rispetto all'aria di superfici convenientemente sagomate e inclinate rispetto al senso del loro movimento.

Il movimento è quindi condizione essenziale per il volo dell'aeroplano. Con il moto si genera, però, come si è visto precedentemente, una resistenza all'avanzamento, che è vinta dal sistema moto-propulsore, costituito da uno

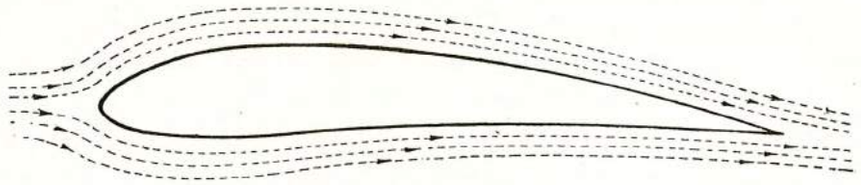


Fig. 4

o più motori con una o più eliche. Tale sistema moto-propulsore assicura il movimento, dal quale si genera la reazione dell'aria sulle superfici: la componente verticale di tale reazione, o *portanza*, come già si è visto, permette il sostentamento ed il volo orizzontale.

Venendo a mancare l'azione del gruppo moto-propulsore, riducendo cioè il regime del motore, o fermandolo completamente, non è più possibile far

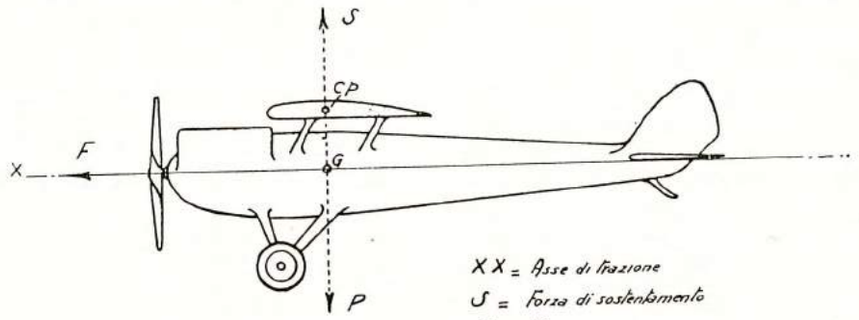
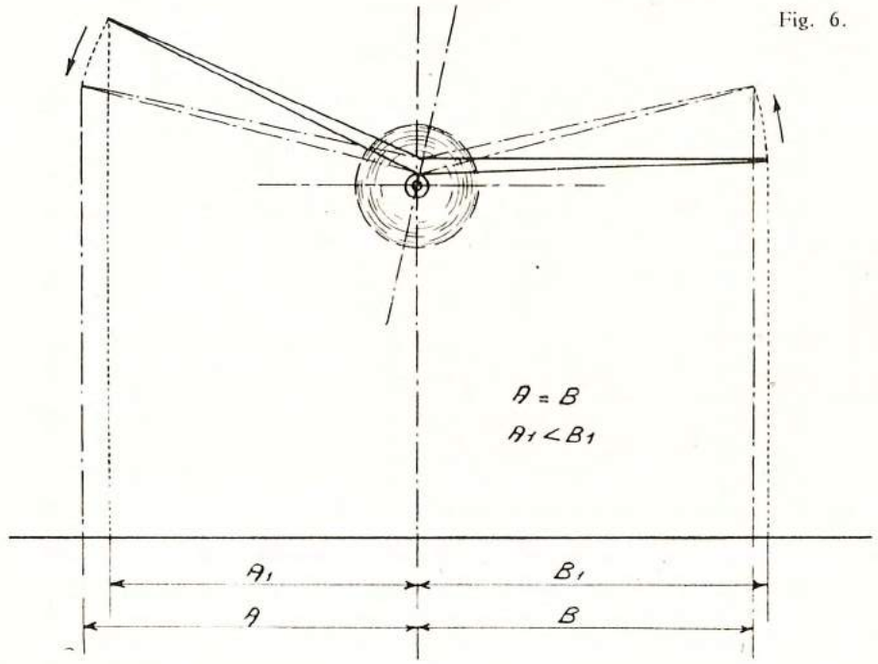


Fig. 5.

compiere all'aeroplano il volo orizzontale: la traiettoria percorsa si inclina perciò verso il basso, con un piccolo angolo (volo librato), e quindi la forza motrice viene ad essere costituita dal peso stesso dell'aeroplano, che si muove come se fosse appoggiato su un piano inclinato. Lo stesso fatto si verifica nel volo degli apparecchi senza motore (volo a vela).

Nell'aeroplano si devono distinguere le seguenti parti principali: le *ali*, che dànno la forza sostentatrice; la *fusoliera;* i *timoni di profondità* o *di quota*, o piano di stabilità, e il *timone di direzione*, tutti insieme chiamati genericamente *impennaggi;* il *gruppo moto-propulsore*, formato dal

Fig. 6.



motore e dall'*elica;* gli *organi di contatto con il suolo*, o *di atterraggio;* le sistemazioni diverse, che differiscono notevolmente nel caso dell'aeromodello.

Le condizioni di volo sono identiche, sia per l'aeroplano, sia per l'aeromodello; ma in quest'ultimo, come sappiamo, il volo deve svolgersi automaticamente e perciò *le condizioni di equilibrio* devono essere tali da assicurare la stabilità dell'apparecchio e il ritorno alla posizione normale di volo qualora una causa esterna perturbatrice ne modifichi le condizioni. Un aeromodello si dice *centrato*, e stabile, quando le forze agenti in esso possono svilupparsi in modo da far mantenere automaticamente all'apparecchio in volo la sua posizione normale. Le forze principali che agiscono su un aeromodello sono tre, e cioè: *trazione*, *sostentamento* e *peso*.

La forza di trazione è data dall'elica e si esercita lungo l'asse di questa. La forza di sostentamento agisce sull'ala e può essere immaginata concentrata in un punto, detto *centro di pressione*, che impareremo a determinare più avanti. Il peso agisce sul *centro di gravità*. I punti di applicazione si dovranno trovare tutti sul piano longitudinale e verticale di mezzaria dell'apparecchio. Teoricamente, perchè un aeromodello sia centrato e conservi in volo il proprio equilibrio longitudinale, l'asse di trazione dell'elica dovrebbe passare per il centro di gravità dell'apparecchio se il centro di gravità coincide con il centro di pressione, se trovasi al di sotto di esso sulla stessa verticale l'asse di trazione deve passare sopra al centro di gravità e sotto al centro di pressione, più vicino al primo che al secondo. Il centro di gravità non deve mai trovarsi sopra al centro di pressione (fig. 5).

Per ottenere l'equilibrio laterale basta costruire l'ala con un certo angolo: *diedro traversale*. La funzione di tale forma è quella di riportare l'apparecchio in posizione normale se una causa esterna ne abbia turbato la stabilità trasversale.

Immaginiamo un'ala vista di fronte e che presenti un diedro alquanto accentuato (fig. 6). Colpita da una raffica laterale, l'ala subirà uno squilibrio. Se consideriamo la proiezione di quest'ala su un piano orizzontale vediamo che la proiezione della semiala alzata è più piccola dell'altra: vale a dire che sulla semiala abbassata agisce una componente verticale della forza sostentatrice superiore a quella che si sviluppa sulla semiala rialzata. Naturalmente, ciò provoca una reazione maggiore sulla semiala abbassata, che di conseguenza si risolleva fino alla posizione normale di volo.

Così pure la stabilità di direzione può venire assicurata dalla disposizione a *freccia* delle due semiali, le quali, viste in pianta, siano disposte a cuneo. I modelli che presentano questa freccia in pianta hanno la particolarità di tenersi assai contro vento. Tale particolarità va tenuta presente nel progettare modelli da pendio i quali appunto devono volare bene contro vento.

ATTREZZI E MATERIALI

Il costruttore di aeromodelli deve avere a sua disposizione alcuni attrezzi necessari al lavoro. In un primo tempo egli può limitare gli acquisti a quelli strettamente indispensabili: più avanti, progredendo in abilità e volendo eseguire lavori complicati, penserà a completare la dotazione di arnesi del suo piccolo laboratorio.

ATTREZZI

Gli attrezzi necessari, anche ai principianti, sono i seguenti:

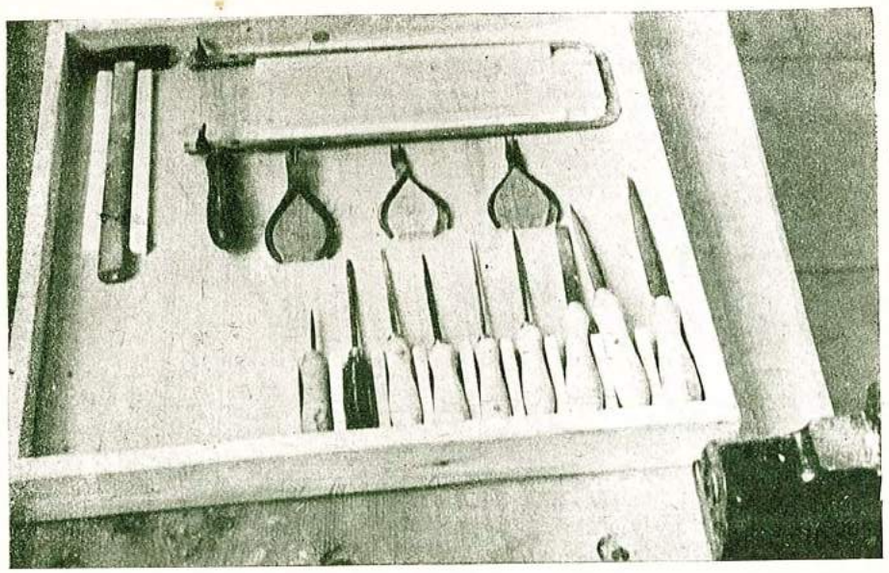
assicella per traforo (vedi fig. a pag. 35) con *strettoio* (vedi figure a pagg. 36 e 37), per il fissaggio al tavolo di lavoro;

archetto per traforo (vedi fig. a pag. 38), di lunghezza interna non inferiore a 30 centimetri, con scorta di lame (seghetti) dei numeri *00*, *0* ed *1*;

trapano a elica per traforo (vedi fig. a pag. 39) o, meglio, un *trapano a mano* (vedi fig. a pag. 34), con morsetto autocentrante, per punte fino a 6 m/m. Il trapano a mano potrà servire anche per attorcigliare la matassa di elastico;

puntine per trapano da traforo e punte per il trapano a mano del diametro da mm. 1 a mm. 6.

una piccola *morsa parallela da banco* (sarà bene che la morsa non sia



Una cassetta completa contenente gli attrezzi indispensabili. Esistono vari tipi di cassette per gli attrezzi e si trovano in commercio complete, ma si possono anche mettere insieme con facilità, acquistando gli attrezzi necessari e costruendo la cassetta con mezzi di fortuna.

troppo grande: l'aeromodellista che lavora a casa propria potrà acquistarne una poco ingombrante e quindi non troppo costosa):

alcune piccole *lime assortite*, di taglio medio e fino:

un paio di *tenaglioli* (pinze) piatti, ed un paio tondi:

un paio di *tronchesini*;

un *martello medio* ed uno piccolo:

una *piastra di ferro*, di spessore almeno di 10 m m., piana, ad uso di incudine:

un paio di *forbici* robuste (consigliamo quelle di grandezza media che usano gli elettricisti):

una *lama per sega da metalli*, di taglio fino:

un *saldatore* di rame, con stagno e acido:

alcuni *vasetti*, con *pennelli*, per colla e vernici:

carta vetrata e *smerigliata*, di diversi numeri.

Oltre a questo sarà necessario l'occorente per disegnare: carta, matita, un paio di squadre, riga, doppio decimetro, compasso, puntine, un metro, ecc.

Altri arnesi che possono divenire indispensabili più avanti sono:

un *bulino*;

una *punta da segno*;

una *sega da legno* con lama stretta e di taglio fino:

una *pialla*;

scalpelli da legno:

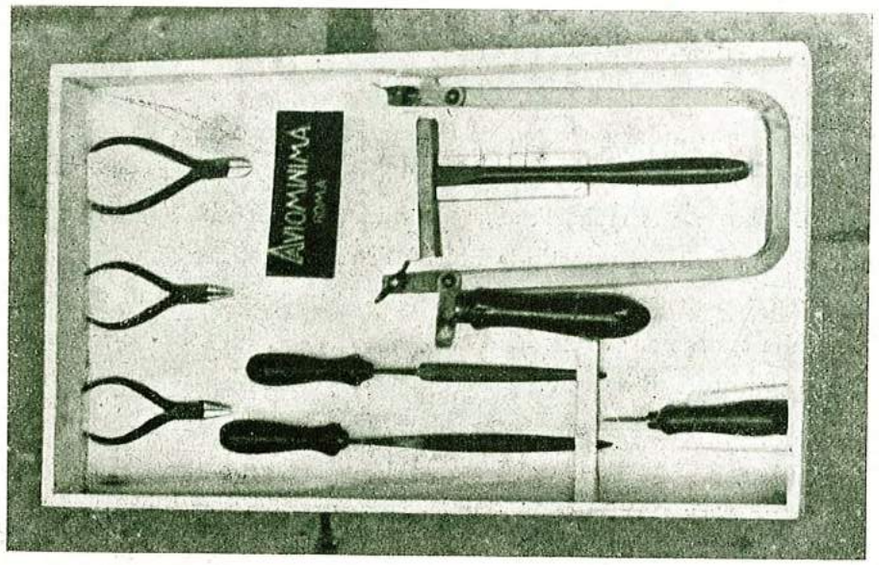
sgorbie di forme e misure diverse:

un paio di *trincetti*;

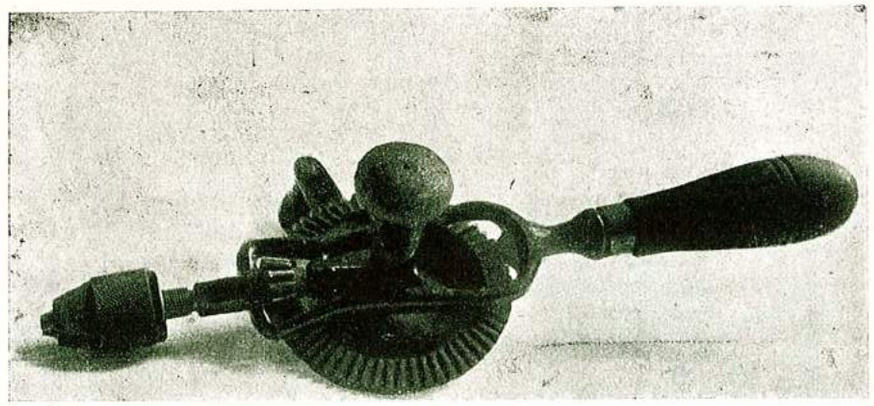
una *pietra*, o una *mola* per affilare gli attrezzi da taglio: oltre gli attrezzi per lavori speciali di falegnameria.

Molti di questi attrezzi, specialmente quelli del primo elenco, si trovano in quasi tutte le case: gli altri si possono acquistare di mano in mano che se ne presenti la necessità: così non si dovrà sborsare, in una sola volta, una grossa somma di danaro. In ogni modo, anzichè comprare molti attrezzi a poco prezzo, è meglio limitarsi nella quantità, cercando la qualità migliore, anche se il prezzo sarà un po' elevato. Si consideri, ad ogni modo, che la dotazione di attrezzi buoni sarà utile anche per tanti altri lavori domestici.

Gli arnesi vanno tenuti con cura. Pulendoli e spalmandoli con un leg-



Un altro tipo di cassetta per gli attrezzi. Questa è più semplice e più razionale.



Trapano a mano con morsetto autocentrante, di cui si parla a pagina 31. Questo trapano serve per praticare dei fori ed anche per « caricare » il modello con motore ad elastico, cioè per attorcigliare la matassa elastica rapidamente e con poca fatica.

gerissimo strato di olio, o di grasso, ogni volta che sono stati usati, si eviterà la formazione della ruggine. Gli attrezzi devono essere tenuti sempre in ordine, in modo da averli sottomano al momento dell'uso. E' opportuno, a questo scopo, tenerli attaccati, con ganci, a una tavola da appendere di fronte al tavolo da lavoro, ed in maniera che ogni arnese abbia il suo posto fisso, nel quale deve essere rimesso dopo l'uso.

MATERIALI

Nelle costruzioni aeronautiche si usano i materiali che alla robustezza uniscono la leggerezza, ma non è detto che non si adoperino anche materiali pesanti, come, per esempio, l'acciaio. In queste costruzioni le strutture sono fatte in modo che, sfruttando le qualità di resistenza, nel complesso risultino leggere. I materiali in uso sono molti. Diamo un elenco di quelli più adatti alla costruzione di modelli volanti indicando, brevemente, le caratteristiche principali di ognuno.

LEGNAMI

Abete americano o spruce (peso specifico Kg. 0,500 per dm³). — Legno compatto, quasi privo di nodi, assai resistente alla flessione, elastico e docile da lavorare.

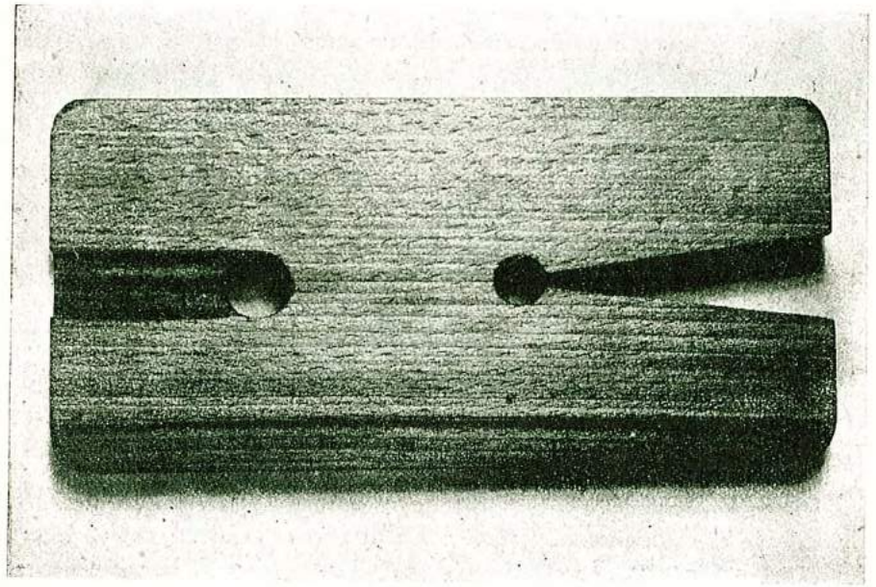
Negli aeromodelli è poco usato, perchè non si trova facilmente in commercio, mentre è molto usato nei cantieri aeronautici, che ne fanno provvista nei luoghi di produzione.

Cirmolo (peso specifico Kg. 0,430 per dm³). — E' una varietà di abete, con fibre compatte. Essendo docile da lavorare, resistente ed elastico, viene usato largamente nella costruzione di eliche, ruote e parti speciali sagomate ed intagliate.

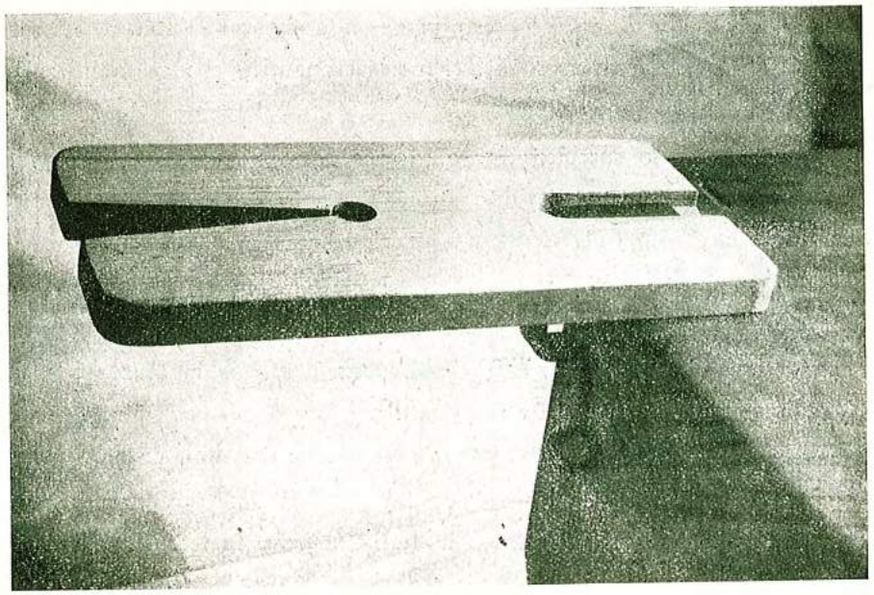
Acero (peso specifico Kg. 0,600 per dm³). — E' molto compatto e resistente, ma non è elastico; tuttavia si presta bene alla lavorazione. Nella costruzione degli aeromodelli è impiegato per fare regoli per i longheroni e, sotto forma di impiallacciatura, per la costruzione dei tubi.

Bosso (peso specifico Kg. 1 per dm³). — E' un legno molto duro, compatto e resistente. Difficilmente, in Italia, si trova in tronchi la cui lunghezza superi il metro. Viene usato esclusivamente nella costruzione di listelli, di tappi e parti speciali tornite.

Pioppo (peso specifico Kg. 0.420 per dm³). — Legno molto fibroso e resistente. E' usato per costruire eliche, tondini e listelli per bordi d'uscita.



Assicella per traforo, di cui si parla a pag. 31.



L'assicella fissata con lo strettoio al tavolo da lavoro (v. pag. 31).

Sotto forma di impiallacciatura serve anche per costruire tubi che riescono assai leggeri, ma che, però, se non rafforzati, non offrono alcuna garanzia di robustezza. In commercio si trova anche il compensato di pioppo, che è molto leggero e serve alla costruzione dei diaframmi delle fusoliere, o di altre parti non soggette a grandi sforzi. Può anche servire alla costruzione di cèntine, le quali, poichè trattasi di materiale meno resistente, dovranno essere di spessore maggiore di quelle costruite con compensato di betulla.

Tiglio (peso specifico Kg. 0,450 per dm^3). — E' un legno assai compatto e docile da lavorare. Può servire nella costruzione di ruote, parti tornite, o listelli.

Noce (peso specifico Kg. 0,600 per dm^3). — Si usa quello americano, evaporato, che ha, pressapoco, le qualità del *cirmolo*, ma è più fragile. Serve sopra tutto per ricavarne eliche e ruote.

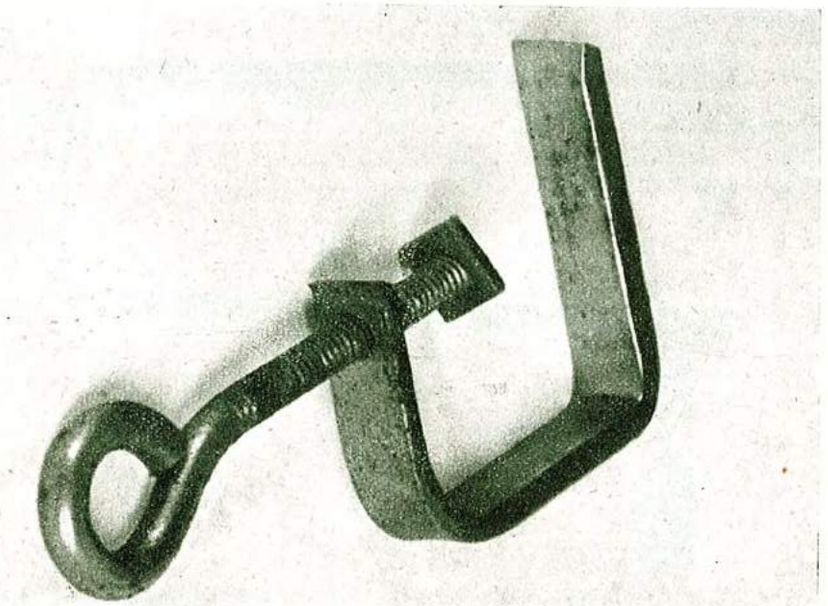
Betulla (peso specifico Kg. 0,550 per dm^3). — Viene adoperato largamente sotto forma di compensato. Per la sua resistenza si usa nelle costruzioni di cèntine, longheroni e tubi, ottenendo, così, strutture molto leggere.

Balsa (peso specifico Kg. 0,120 per dm^3). — E' uno dei legni più leggeri che si conoscano ed è uno dei materiali più usati in aeromodellismo;

è molto resistente alla compressione ed alla torsione, ma poco agli sforzi flettenti. E' quasi senza nodi. E' un legno che ci viene dall'America Centrale ed è raro in commercio. Non è molto diffuso in Italia anche a causa del suo prezzo elevato.

Balsital. — E' un legno comparso da poco sul mercato aeromodellistico ed ancora poco conosciuto. E' più leggero del balsa (peso specifico Kg. 0,094 per dm^3) ed ha una resistenza alla compressione e torsione molto superiore; ha inoltre una discreta resistenza alla flessione dovuta alla presenza di fibre compatte e lunghe. Questo legno non è altro che la fèrula ed è chiamato anche balsitalia. Suo inconveniente è la piccolezza dei blocchi (cm. $30 \times 5 \times 5$) cui è stato ovviato però mediante compensazione, incollando insieme, cioè, un certo numero di blocchetti. Se ne ricavano ottime tavolette per costruire centine, ecc.

Sughero (peso specifico Kg. 0,250 per dm^3). — Si tratta di una corteccia molto spessa che non ha nessuna proprietà per essere usata largamente. Serve soltanto per confezionare piccole parti leggère, come cunei, od appoggi elastici per piani portanti e coda. Il sughero si adopera per fare ruote,



Lo strettoio per fissare l'assicella al tavolo da lavoro.

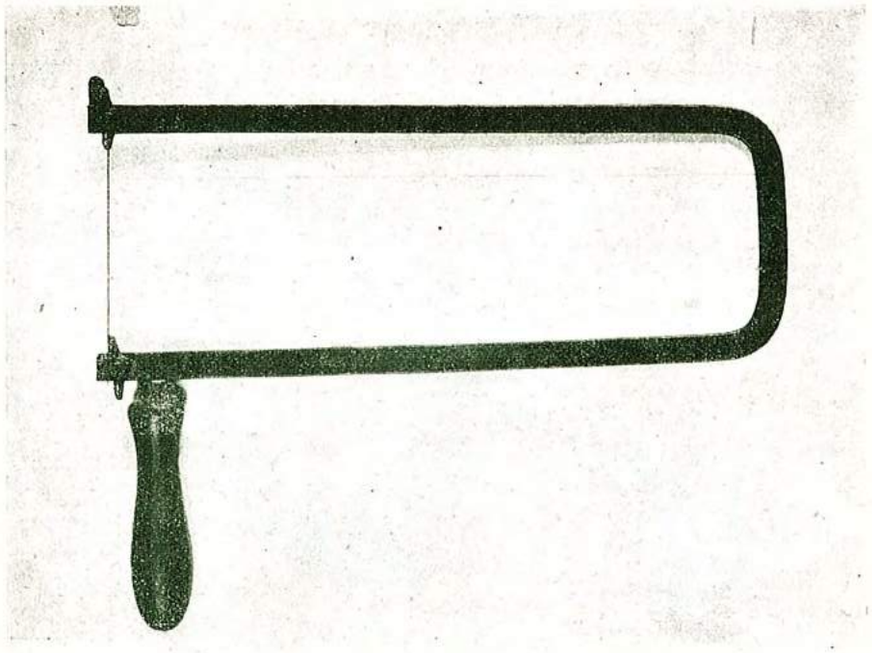
le quali, però, risultano assai fragili. E' vantaggiosamente sostituito dal Balsital.

Bambù o canna giapponese. — E' il più resistente fra i migliori legni: ma la sua lavorazione è oltremondo difficile per via dei nodi. Spaccando questa canna per il lungo, si ottengono delle liste, le quali, spianate e rese uniformi, possono essere usate per la costruzione di longheroni e di parti curve, come contorni ed estremità di ali. In corrispondenza dei nodi, però, rimangono dei punti deboli.

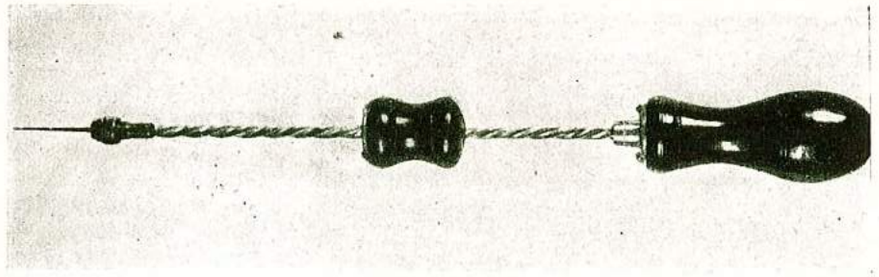
Canna d'India. — E' piena, con le fibre lunghe, ed è poco elastica. Se ne adopera il midollo per la costruzione di parti che debbono risultare leggere e non rigide, come, ad esempio, bordi marginali.

METALLI

Ferro (peso specifico Kg. 7,8 per dm^3). — Il ferro più puro è quello elettrolitico. Il comune ferro dolce, od omogeneo, è, in realtà, una lega e perciò le sue qualità sono lievemente alterate. Tutto ciò a semplice titolo in-



Archetto per traforo con relativa lama (seghetto) del numero 00.



Trapano ad elica con mandrino autocentrante.

formativo, poi che il ferro non si usa, o quasi, nella costruzione degli aeromodelli. Se mai si adopera l'acciaio.

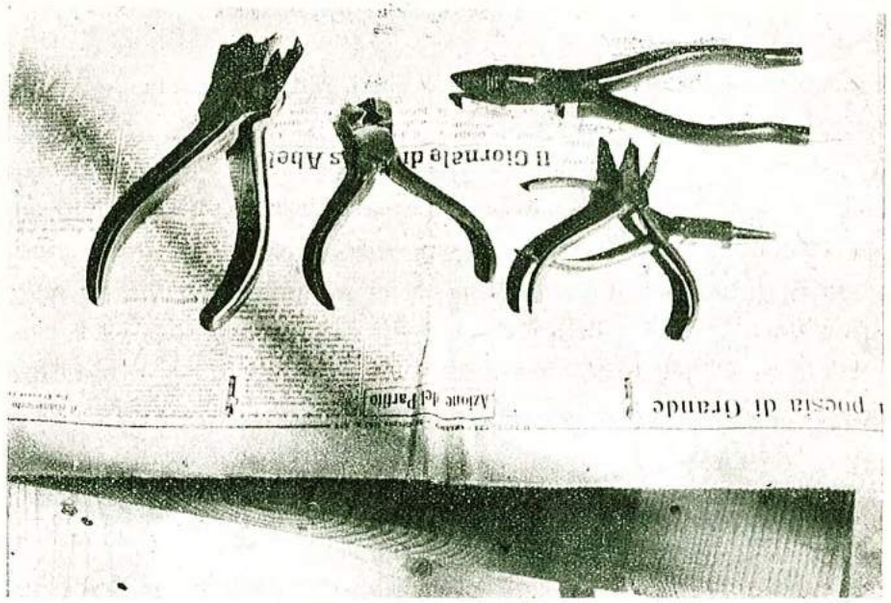
Acciaio (peso specifico Kg. 7,86 per dm^3). — E' una lega di ferro con aggiunta di carbonio e si ottiene anche dal minerale (acciaio minerale). L'aeromodellista lo usa in piccola misura, e cioè per costruire carrelli, ganci, alberi per eliche e piccoli chiodi. Si può lavorare l'acciaio *a caldo* e *a freddo*. Arroventandolo e lasciandolo poi raffreddare naturalmente, lo si rende malleabile e quindi più tenero; raffreddandolo, invece, in acqua, o con altro sistema rapido, si ottiene la cosidetta *tempera* (*si dice: temperare l'acciaio*) e lo si fa diventar più duro e più fragile. (Non è un controsenso. L'acciaio temperato è durissimo, ma, percosso con un colpo secco, si spezza come il vetro). La saldatura di questo metallo si fa con l'ottone e con lo stagno. Preferibile l'ottone, perchè assai più resistente dello stagno. (Però la saldatura a ottone è alquanto difficile da ottenere coi mezzi modesti che sono di solito a disposizione di un aeromodellista).

Latta. — Si tratta di una sottile e talvolta sottilissima lamina di ferro ricoperta da un ancor più sottile strato di stagno. E' poco usata, anche perchè, perdendo facilmente lo strato di stagno, in breve tempo si arrugginisce. Di fatti, proprio a cagione della ruggine, non si usa per la costruzione di serbatoi per apparecchi ad aria compressa, anche se la latta è più resistente e meno pesante della lamiera di ottone.

Ottone (peso specifico Kg. 8,6 per dm^3). — L'ottone è una lega di rame, stagno e zinco. Essendo molto malleabile e perciò di facile lavorazione, è largamente usato nella costruzione degli aeromodelli, anche perchè ha il pregio di essere molto resistente. Con lamiera di ottone si costruiscono

i dischetti dei cuscinetti a sfere, rondelle, serbatoi per aria compressa. Oltre che in lamiera è adoperato in filo, per contorni di ali e impennaggi. Può essere saldato, con grande facilità, a stagno. Per renderlo ancora più malleabile, e perciò più facile da lavorare, lo si arroventa e quindi lo si raffredda nell'acqua. Si usano anche le viti di ottone, specialmente di piccole dimensioni. Queste viti si trovano facilmente in commercio.

Stagno (peso specifico Kg. 7,2 per dm³). — E' adoperato soltanto per



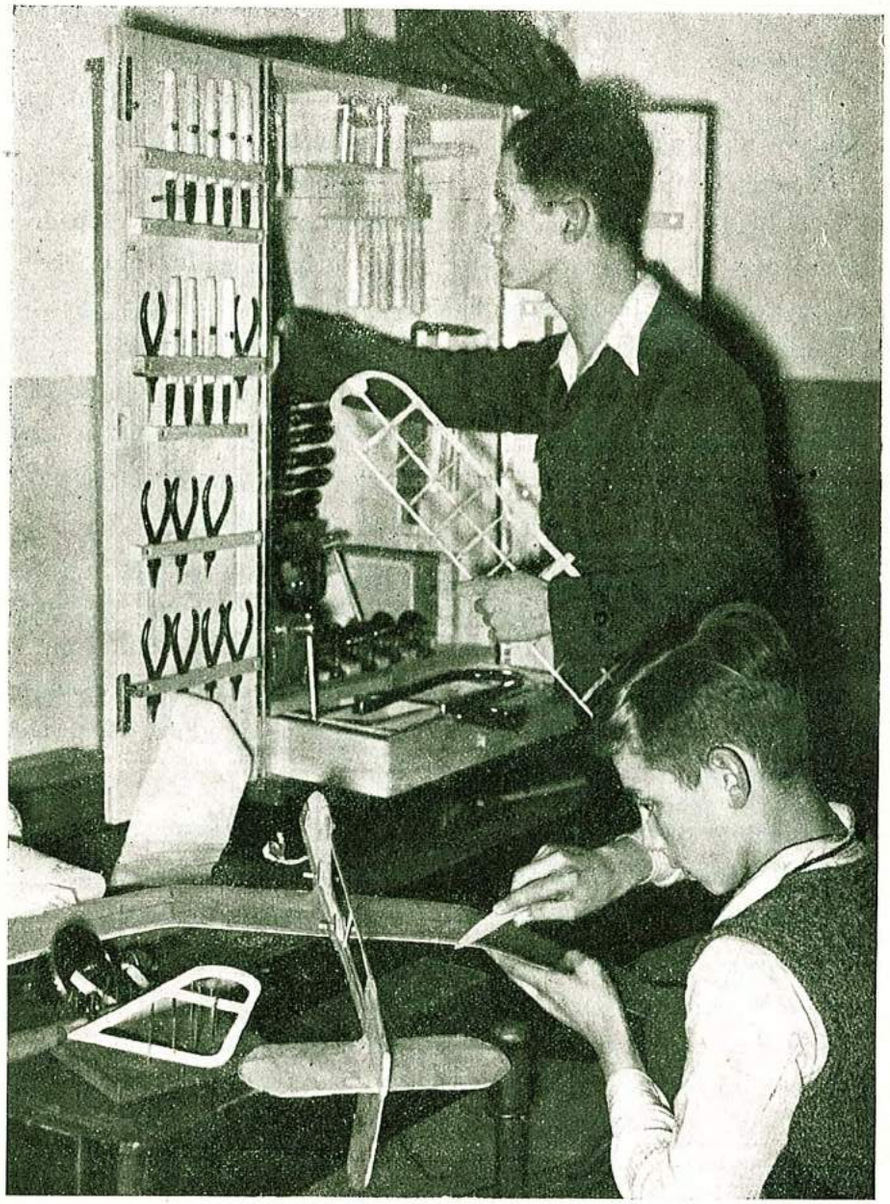
Due tronchesi a testa inclinata e tre comuni pinze.

saldature, che devono sempre essere fatte con la minore possibile quantità di metallo, dopo aver pulito alla perfezione le parti da unire.

Rame (peso specifico Kg. 9 per dm³). — E' molto facile da lavorare, ma nella costruzione di aeromodelli è poso usato.

Alluminio (peso specifico Kg. 2,7 per dm³). — Questo metallo, molto leggero e di buona resistenza, è largamente usato nella costruzione degli aeromodelli. E' molto facile da lavorare e lo si impiega preferibilmente sotto forma di lamina, o di filo. Si può saldare solo con saldatura autogena, od elettrica. Con l'alluminio ed altri metalli si fanno le leghe leggère: duralluminio, aeron, silumin, ecc., che hanno particolari proprietà, a seconda del

metallo aggiunto all'alluminio. Le leghe leggère non si adoperano nella costruzione di aeromodelli, perchè costose e difficili a trovare in commercio. Inoltre, data la piccola mole degli elementi da costruire, non si otterrebbe un apprezzabile risparmio nel peso.



Con una buona attrezzatura si ottengono sempre eccellenti risultati.

Nella costruzione dei modelli volanti si usano le seguenti qualità di colla: *colla animale, alla caseina* (detta anche a *freddo* o *bianca*), *la gomma vegetale* (comunemente chiamata *gomma arabica*), e il *collante cellulosico*.

Colla animale. — E' la comune colla forte da falegname, che si trova in commercio in forma di tavolette. Messa a bagno in acqua fredda per alcune ore, viene poi fatta bollire lentamente (meglio a bagno-maria), fino a che non sia completamente disciolta. Al pregio di essere molto resistente, unisce il difetto di sentire molto le variazioni atmosferiche. Volendo dividere due pezzi uniti con questa colla, si può usare lo spirito puro, che la diluisce. Per usarla, bisogna che sia molto liquida e caldissima. A causa della necessità di mantenerla sempre calda è di uso poco pratico.

Colla alla caseina. — E' un composto di derivati del latte con sostanze alcaline (ammoniaca, soda e calce). Ha il pregio, oltre a quello di essere fortissima, di essere quasi insensibile alle variazioni atmosferiche. La preparazione si esegue volta per volta, mescolando una parte di polvere con due di acqua (1 cucchiaino di colla in 2 di acqua), ottenendo una specie di pasta. Si lascia ferma finchè, dopo circa un quarto d'ora, diventata liquida, è pronta per essere usata. I pezzi da incollare devono essere ben puliti, e tenuti pressati durante l'essiccamento, che avviene in circa 10 ore. Occorre preparare questa colla volta per volta, poichè non è più utilizzabile quando è trascorsa qualche ora dalla sua preparazione.

Gomma vegetale. — Si scioglie in acqua tiepida, variandone la densità secondo il bisogno. Si conserva molto bene per lungo tempo. E' usata per la carta, o la stoffa di ricoprimento.

Collante cellulosico. — E' un composto, come dice il nome, a base di cellulosa. E' usato in aviazione per il fissaggio della tela di rivestimento alle strutture e come impermeabilizzante. In aeromodellismo è usato per incollare le strutture in legno e la seta di ricopertura: è, inoltre, molto usato, alquanto diluito, per incollare pezzi ricavati dal legno di balsa. E un liquido semidenso che essica in pochi minuti.

Per il rivestimento delle diverse strutture (ali, piani di coda, fusoliere)

il materiale più usato è la carta. Vi parleremo, brevemente, dei tre tipi più in uso.

Carta seta o carta giapponese. — Si trova in commercio in diversi colori, ed in due tipi: uno fino ed uno più grosso, pesanti rispettivamente 9 e 24 gr. al metro quadrato. Presenta una resistenza alla trazione maggiore nel senso della fibra e minore trasversalmente a questa. E' necessario verniciarla per renderla impermeabile.

Qualcuno usa chiamare, erroneamente, con questo nome la comune carta velina. La carta velina giapponese è nota anche sotto il nome di carta piuma per il tipo fino e di carta bambù per il tipo pesante.

Carta velina comune. — Si tratta di un materiale simile alla carta-seta. Si trova facilmente in commercio e costa meno.

Carta trasparente o pergamina. — Per ottenere un buon rivestimento si può adoperare questa carta, che è molto più resistente delle due precedenti. Si trova ovunque, a colori e in pesi diversi, a seconda dello spessore. E' di per se stessa impermeabile, ma è bene verniciarla per renderla più elastica, resistente e insensibile agli agenti atmosferici. La sua applicazione richiede molta cura, poi che nel tendersi può produrre svergolature.

La varietà di carte usate oltre questi tre tipi è enorme; nei tempi recenti il loro numero è stato aumentato da alcune varietà specialmente create per l'aeromodellismo come il *Rhodophane* e il *Planefilm;* ma sono difficili a procurarsi e molto costose.

Fra le stoffe, l'unica consigliabile è la *seta;* consigliabile, naturalmente, quando il modello costruito meriti una rifinitura accurata ed una robustezza notevole. Se l'aeromodello è di grandi dimensioni e bene realizzato, può essere utile la copertura di seta. Questo lavoro lo farà soltanto l'aeromodellista provetto, poichè la copertura in seta richiede perizia e accuratezza di lavoro.

Bisogna tener presente che il modello ricoperto di stoffa risulta più pesante, oltre che per il maggior peso del materiale, anche perchè è necessario fare uso, e in quantità maggiore che per le carte, di vernici speciali per la tensione e per la impermeabilizzazione. In genere viene ricoperta in seta la sola fusoliera.

Passando infine alle *vernici*, bisogna scartare quelle che impiegano troppo tempo ad essiccarsi, come la *lacca* e la *coppale;* tanto più che si tratta di vernici molto pesanti.

Una buona vernice, per la carta, è la *lacca a spirito*. E' trasparente e si asciuga in brevissimo tempo. Deve essere distesa accuratamente con un pennello morbido, in modo che risulti di spessore minutissimo. Si ottiene così un appesantimento trascurabile, carta lucida, impermeabile, elastica e resistente.

La vernice *cellon*, a base di cellulosa disciolta in un composto di acetone, è adatta tanto per carte che per stoffe. Occorre molta cautela nell'uso, poichè è infiammabilissima. L'applicazione deve essere fatta con un pennello piatto molto soffice, e celermente, perchè a contatto con l'aria questa vernice si trasforma sùbito in uno strato gelatinoso. Si asciuga in breve tempo; e la copertura, sia di carta che di stoffa, si tende e si irrobustisce.

Fra le altre vernici usate per gli aeroplani, viene utilizzata in aeromodellismo l'*emaillite*, tipo di vernice cellulosica usata come tenditela e come impermeabilizzante. La qualità in commercio è però generalmente troppo densa e deve perciò essere fortemente diluita con acetone. I dosaggi sono diversi a seconda del tipo di ricopertura che si deve verniciare, e dello scopo che si deve raggiungere. Asciuga in pochi minuti e tende in qualche ora.

La *gomma elastica*, o *caucciù*, che pesa circa 1 Kg. per decimetro cubo, serve, sopratutto come motore, in forma di nastro sottile.

COME SI LAVORA

Per costruire modelli volanti è necessario avere volontà, pazienza e diligenza. Con queste doti chiunque può diventare un ottimo aeromodellista.

Il lavoro manuale su cui si basa la costruzione degli aeromodelli è il traforo del legno, per eseguire il quale occorre, innanzitutto, fissare al tavolo, con il *morsetto* (v. fig. a pag. 36), l'*assicella da traforo* (v. fig. a pag. 35), in modo che il taglio a V sia sporgente. Il legno da lavorare viene appoggiato sull'assicella in maniera che il *seghetto* scorra nel foro tondo al vertice del V.

La prima fotografia a pag. 48 dimostra come si regge il legno sull'assicella mentre si manovra il seghetto. Per lavorare bene è necessario sedersi in modo che i movimenti siano facili.

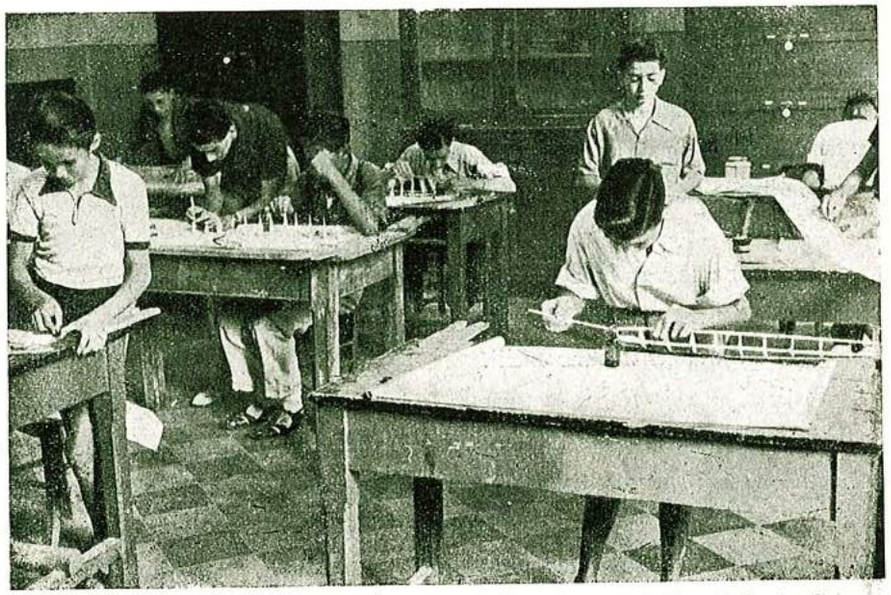
All'archetto da traforo va fissata la lama per mezzo degli appositi morsetti, in modo che la parte tagliente sia rivolta verso l'esterno e che le punte del seghetto siano rivolte all'ingiù e taglino quando si dà il colpo dall'alto verso il basso.

L'esperienza consiglierà la tensione che, secondo i casi, bisognerà dare al seghetto. Con una lama poco tesa si lavora male, mentre la lama troppo

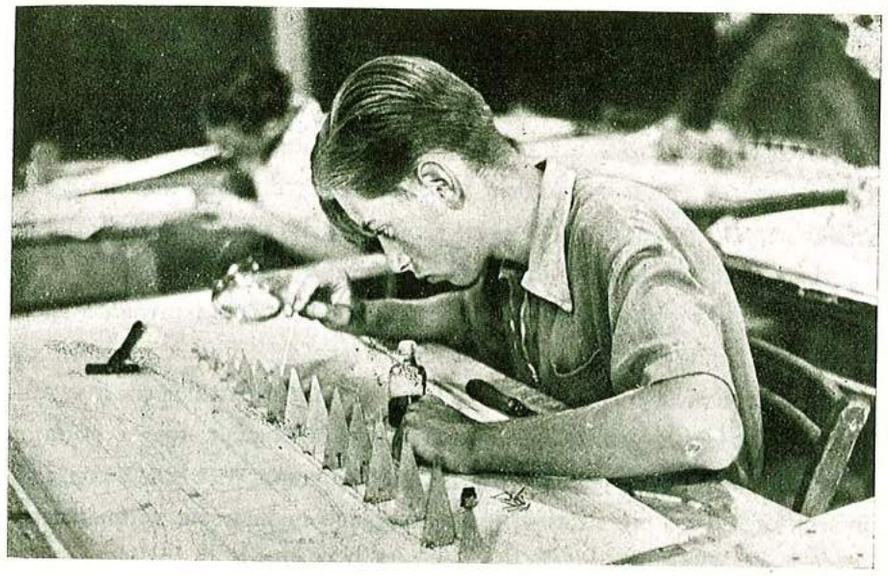


Come si manovra il seghetto e come si regge il legno sull'assicella.

tirata si spezza facilmente. Il grado di tensione si può valutare facendo vibrare la lametta con un colpo d'unghia, come, ad esempio, si farebbe suonare una corda di violino, la quale più è tesa e più dà suono acuto. Il seghetto

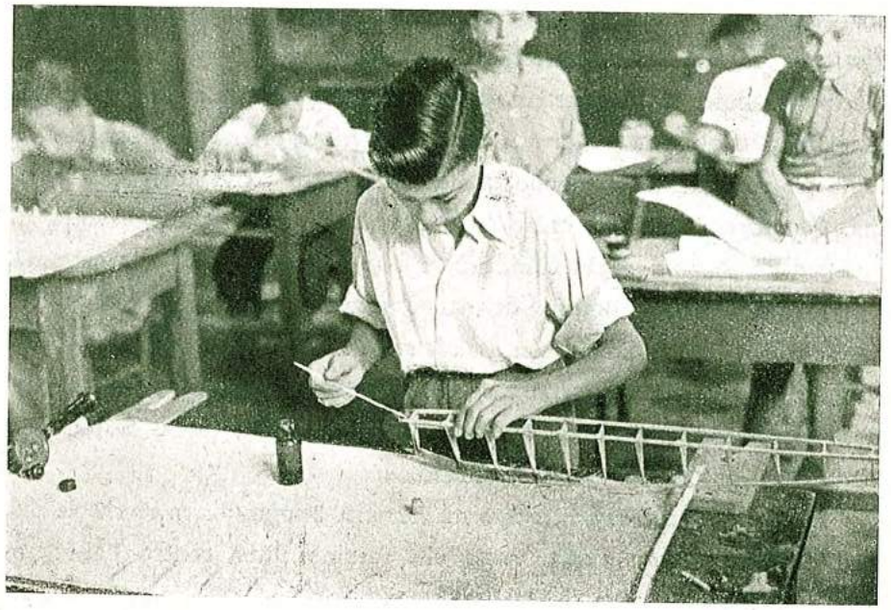


In una scuola della R.U.N.A. gli allievi procedono alla costruzione della fusoliera di un semplice veleggiatore.



Le ordinate sono piazzate sul piano di montaggio e l'allievo le incolla ai longheroni.

deve essere tenuto verticale e bisogna procedere con un ritmo regolare, in modo che la lama avanzi nel taglio guidata dalla mano senza bisogno di



Si incolla il muso in sughero alla fusoliera montata.

pressioni. Naturalmente, prima di intraprendere un lavoro importante gioverà esercitarsi con dei pezzi di legno di poco valore. Per chi lo ignorasse, diremo che le parti interne si traforano facendo passare la lama da un forellino fatto col trapano a mano. Durante le esercitazioni che noi vi consigliamo, bisogna abituarsi a seguire il segno a una distanza minima e sempre uguale. Ciò per non correre il rischio di tagliare più del necessario e per non dover fare poi troppo lavoro di rifinitura.

E' buona regola riprodurre il disegno sulla tavoletta in modo che le forme più lunghe siano disposte secondo la vena del legno, ed è anche opportuno incominciare il lavoro ritagliando prima di tutto le parti esterne.

Quando si dovranno fare due o più pezzi uguali, questi potranno essere ritagliati assieme contemporaneamente. Sovrapposti e fissati con chiodini fra loro due o più strati di legno, si segano in una sola volta, tenendo però presente che, man mano che aumenta lo spessore da tagliare, occorre anche adoperare un seghetto più grosso, altrimenti, oltre a dover fare uno sforzo maggiore, si rischia di rompere la lama. La parte di materiale esuberante verrà poi tolta con l'aiuto di una o più lime di vario taglio e si avrà cura di fissare, per tale operazione, il legno nella morsa. Il taglio della lima dovrà essere fino o grosso a seconda del quantitativo e della qualità del materiale da asportare: per sgrossare si adopreranno lime di taglio grosso, mentre per finire si adopereranno quelle di taglio fino. La lima va tenuta per il manico e per la punta e si deve muovere regolarmente senza oscillazioni. Le rifiniture si ottengono usando della carta vetrata di grana molto fina. Questo lavoro dovrà essere fatto tenendo la carta vetrata avvolta attorno ad un pezzo di legno cilindrico, o a spigoli, a seconda della necessità.

I chiodi, preferibilmente di ottone, devono essere usati con la più grande parsimonia e piantati con grande cura. In determinate parti dell'aeromodello, quando sia necessaria una notevole robustezza, può essere opportuno adoperare viti o piccoli bulloni. In questo caso è indispensabile fare prima i fori relativi col trapano a mano.

Eseguendo delle commettiture ad incastro bisogna ottenere che le due parti combacino esattamente, senza che forzino l'una contro l'altra. Si abbia cura che le superfici da incollare siano ben pulite e che la colla non sia spalmata con eccessiva abbondanza.

Per i pezzi torniti converrà rivolgersi ai tornitori.

In quanto ai metalli, essendo l'uso di questi assai limitato, diremo soltanto che gli attrezzi necessari e sufficienti per lavorarli sono le pinze, il martello e il saldatore. Con le pinze a punte tonde si lavorano parti curve; con quelle a punte piatte si eseguono le piegature ad angolo vivo, o si raddrizzano le curvature. Con il tronchese si taglia il filo d'acciaio.

Del saldatore ci si serve per unire fra di loro parti metalliche, che prima siano state raschiate e pulite con cura con carta vetrata e quindi cosparse di acido muriatico o dell'apposita pasta. Anche il saldatore deve essere pulito, possibilmente sull'allume; e, infine, deve essere riscaldato quel tanto che basti per sciogliere bene lo stagno (di questo usarne sempre poco); in tal modo lo stagno fuso scorrerà con facilità sulla parte da saldare. Bisogna lavare accuratamente la saldatura appena eseguita.

Lavorando, sia legni che metalli, si dovrà tener sempre il massimo ordine e non lasciare che si creino confusioni fra attrezzi, materiali, pezzi lavorati e da lavorare.

IL PROGETTO

Si tenga bene a mente che, sempre, prima di incominciare qualsiasi costruzione, è indispensabile farne il progetto.

Questo capitolo, per ragioni di spazio e di semplicità, darà al costruttore qualche idea fondamentale senza scendere in particolari teorici troppo profondi che, data la mole della materia, richiederebbero da soli un intero volume. Bisognerà innanzi tutto stabilire il tipo di modello che si intende costruire, (veleggiatore, motore ad elastico, motore meccanico) ed i requisiti (durata, distanza, velocità, altezza) cui deve rispondere, tenendo presente che, in generale: per la durata dovrà essere leggero e lento; per la distanza dovrà essere più pesante e più veloce; per la velocità dovrà opporre la minima resistenza all'avanzamento e perciò avere superficie alare minima; per l'altezza dovrà avere insieme le seguenti caratteristiche: leggerezza, velocità, esuberanza di potenza.

Un requisito che deve essere comune a tutti i modelli è la stabilità, in tutti i sensi: in senso longitudinale (cabrata e picchiata), in senso trasversale (sbandamenti laterali e cambiamenti di rotta). E' da notare tuttavia che, nel caso di voli di durata e di altezza, non è necessario che il modello compia un percorso rettilineo; ma sarà sempre opportuno che i

cambiamenti di direzione non siano troppo bruschi poichè, in questo caso, si ha sempre una perdita di velocità e di quota.

Come si ottiene la stabilità del modello?

Per la stabilità trasversale si costruisce l'ala a forma di V molto aperto: generalmente si dà alle semiali un'inclinazione tale che la distanza delle estremità alari dall'orizzontale sia del 12 o del 15 per cento, e fino al 20 per cento nel caso di modelli ad elastico od a motore meccanico. L'effetto aerodinamico del V è già stato spiegato nella prima parte del libro.

Per mantenere la stabilità longitudinale servono gli impennaggi di coda orizzontali. Se il modello cabra, la corrente d'aria investe l'impennaggio dalla parte inferiore, esercitando in tal modo una spinta verso l'alto, che riporta l'apparecchio in posizione normale di volo. Viceversa, se l'apparecchio picchia, la corrente d'aria agisce in senso inverso, facendo abbassare la coda.

La stabilità di rotta si ottiene mediante il piano di coda verticale, e facendo l'ala con il bordo d'attacco non rettilineo, ma con le estremità leggermente spostate all'indietro (*ala a freccia*).

Generalmente, i modelli non si muniscono di organi di comando mobili (alettoni, timoni di profondità e di direzione). Il funzionamento degli organi stabilizzatori deve essere automatico, e non deve essere soggetto a eventuali spostamenti in volo, spostamenti che porterebbero ad uno squilibrio di assetto e, in definitiva, alla caduta dell'apparecchio.

Altri elementi del modello sono il carrello ed il pàttino di coda, organi di contatto con il suolo.

Tutti gli elementi necessari per il volo (ala, motore ed elica), quelli per mantenere l'equilibrio (impennaggi) e quelli per il decollo e per l'atterraggio (carrello e pàttino di coda), devono essere mantenuti in posizione fissa ed invariabile. A questo fine serve la fusoliera, che ha anche il còmpito di racchiudere nel proprio interno tutte quelle parti che sarebbero d'ostacolo all'avanzamento. Con la sua forma affusolata, o, come si suol dire, di buona penetrazione, essa facilita il moto dell'apparecchio nell'aria.

Per quanto sia buona norma fare un progetto per ogni tipo di modello che si voglia costruire (veleggiatore, o modello con motore a elastico, o a scoppio) si può dire grosso modo che collocando dei galleggianti al posto

delle ruote, si ottiene l'idromodello. Abolendo il motore e l'elica, si ottiene il modello veleggiatore, che dopo il lancio potrà effettuare soltanto il volo librato. In presenza di favorevoli correnti ascendenti, il volo può divenire veleggiato, con aumento di quota e su percorsi di notevole lunghezza. Questa qualità di poter effettuare un lungo volo anche dopo terminata l'azione del motore, deve essere perseguita anche per tutti gli altri generi di modelli. Infatti, in tal modo, si otterrà un tempo di volo ed una distanza percorsa maggiore. Inoltre, atterrando con un volo leggermente inclinato, i pericoli di rotture saranno ridotti al minimo.

Come si è visto, fin dall'inizio del progetto è necessario determinare, sia pure in via provvisoria, il *carico alare*, cioè il rapporto fra il peso totale dell'apparecchio e la superficie dell'ala. Per modelli a motore destinati a prove di durata, il carico alare può variare da 12 a 15 gr. per dmq.; per modelli destinati a prove di distanza si può adottare un carico alare da 15 a 25 gr. per dmq. Per i veleggiatori destinati ad eseguire voli di durata, il carico alare potrà aggirarsi dai 10 ai 25 gr. per dmq., mentre, volendo far coprire al modello grandi distanze, il carico alare dovrà essere superiore. Queste cifre, naturalmente, non possono avere un valore assoluto, ma costituiscono soltanto una base per il costruttore novellino. Si dànno casi, infatti, di apparecchi con carichi alari molto maggiori, fino a 30 e 35 gr. per dmq., come quelli che si riscontrano in certi veleggiatori costruiti per primati di distanza e, nel caso di modelli a motore a scoppio, anche fino a 50-70 gr. per dmq.

Il progetto deve essere sviluppato con l'esecuzione del disegno completo, stabilendo, nel corso di questo, ogni particolare costruttivo, per non dover ricorrere, durante la costruzione, a ripieghi dannosi.

La pratica, sopratutto, permetterà all'aeromodellista di valutare *a priori* quale sarà il risultato del suo lavoro, specialmente per quanto riguarda il peso complessivo, e la ripartizione di esso sulle varie parti del modello. Come regola generale la distanza fra il centro di pressione dell'ala e l'estremità posteriore della fusoliera dovrà essere all'incirca eguale alla semiapertura alare. La distanza fra il muso della fusoliera e il centro di pressione dell'ala deve essere eguale alla metà della distanza precedente.

Vedasi il seguente esempio: Ala apertura: cm. 100

distanza fra C.P. ala ed estremità post. fusoliera: cm. 50

distanza fra muso fus. e C.P. ala: cm. 25.

Avremo dunque una fusoliera della lunghezza totale di cm. 75, pari cioè a 3/4 dell'apertura alare. E' questa la lunghezza sufficiente ad assicurare una buona stabilità. Notiamo anche che l'ala deve essere piazzata sulla fusoliera in una posizione tale per cui il suo C.P. si trovi a 1/3 della lunghezza della fusoliera a partire dal muso. Da questa posizione l'ala non va spostata anche se ciò potesse sembrare necessario per il centraggio.

Vedremo all'apposito capitolo come si deve invece procedere.

Inizieremo, ora, la descrizione degli elementi dell'apparecchio e insegneremo, dando le opportune indicazioni teoriche, a costruire. Tratteremo prima dell'ala, quindi della fusoliera, dei piani di coda, degli organi di contatto con il suolo, o con l'acqua, ed infine del gruppo motopropulsore.

COSTRUZIONE DELL'ALA

Il complesso delle superfici portanti di una macchina per il volo dinamico si chiama *cellula*. Si ha il *monoplano*, il *biplano*, il *triplano*, ecc., a seconda del numero di ali sovrapposte le une alle altre. In aviazione, però, sono comuni soltanto gli apparecchi monoplani e biplani, mentre in aeromodellismo conviene costruire quasi esclusivamente il monoplano.

La posizione dell'ala, rispetto alla fusoliera è variabile: si ha l'*ala alta* (a *parasole*) quando essa è posta superiormente alla fusoliera, con la quale può essere unita a mezzo di montanti e di speciali pinne; si ha l'*ala bassa*, quando la fusoliera è collocata sopra l'ala. Naturalmente, tra queste due posizioni estreme vi sono tutte le altre intermedie. A causa degli spostamenti della corrente d'aria, provocati dalla fusoliera, sembrerebbe che la posizione più opportuna fosse quella dell'ala attraversante la fusoliera nella sua parte superiore. In ogni caso, per ottenere un flusso regolare dell'aria, senza vortici, bisogna studiare molto bene i raccordi dell'ala con la fusoliera. I vortici sono dannosi, perchè producono diminuzione della forza sostenitrice, o portanza, e aumento notevole della resistenza all'avanzamento. L'ala si dice a *sbalzo* quando è priva di montanti e di crociere esterne.

Gli elementi dell'ala sono l'*intelaiatura* o *scheletro* (fig. 7), e la *copertura*, di cui ci occuperemo più avanti.

Funzione dell'ala è quella di sostenere l'apparecchio, perciò lo scheletro deve essere tanto robusto da reggere questo sforzo senza subire deformazioni, sia pure temporanee, che ne varierebbero le caratteristiche. Oltre alla forza di sostentamento, sull'ala agisce anche una forza di resistenza, contraria alla direzione del moto; questa, però, è sempre molto minore della prima.

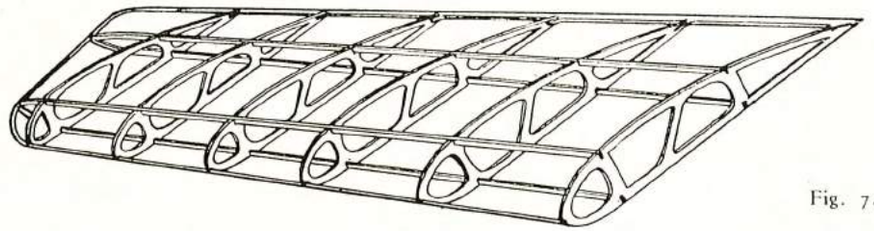


Fig. 7.

Generalmente, la forma dell'ala è una figura geometrica semplice. Ciò consente una maggiore facilità nel disegnare, nel valutare le caratteristiche, nel riprodurre il disegno a grandezza naturale, e, infine, nella costruzione. Le forme più usate sono rappresentate nelle figg. 8 e 9. Le misure principali dell'ala sono l'*apertura*, ossia la distanza fra le estremità, e la *corda*, ossia la misura della larghezza, nei vari punti. A seconda che la corda è di valore costante, o decrescente dalla mezzaria alle estremità, l'ala sarà *rettangolare*, oppure *rastremata*. Le ali di quest'ultimo genere possono essere a pianta rettilinea, (trapezoidale, triangolare, ecc.), oppure a pianta curvilinea (ellittica, ecc.). Le forme migliori sono quelle trapezoidali, od ellittiche, che hanno comportamento quasi identico. Queste ultime, però, presentano una maggiore difficoltà costruttiva. Infine, bisogna considerare ancora la *supeficie portante*, cioè la supeficie della proiezione del contorno su un piano orizzontale, in base alla quale si calcolerà il carico alare. Per superficie portante si considera quella della porzione di ala esterna all'attacco con la fusoliera, fino all'ultima cèntina segnata nelle figure; la parte esterna a questa

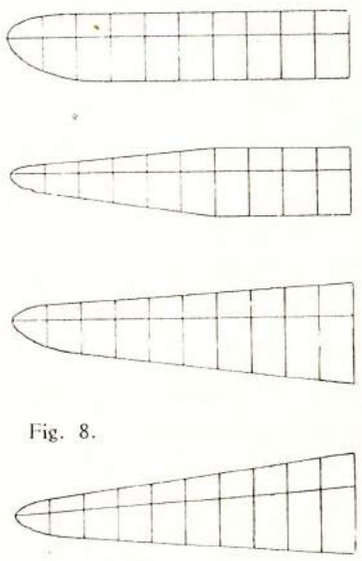


Fig. 8.

può essere trascurata, e non serve che a diminuire i vortici che si formano alle estremità. Negli aeromodelli la superficie si calcola in decimetri quadrati.

Nell'ala si considerano generalmente, fra le infinite corde, quella *massima*, in prossimità dell'attacco, quella *minima*, all'estremità, e quella *media*; quest'ultima, nel caso di ali a contorni rettilinei, può essere determinata dalla media aritmetica delle corde massima e minima; per le ali a pianta curvilinea, la corda media è data dal valore del quoziente fra la superficie e l'apertura. La corda media serve alla determinazione dell'*allungamento* dell'ala, cioè il valore del rapporto fra l'apertura e la corda media, che è equivalente al rapporto fra il quadrato dell'apertura e la superficie alare. L'allungamento ha un grande valore nei riguardi della resistenza all'avanzamento: aumentando l'allungamento, (cioè l'apertura), a parità di superficie, la resistenza diminuisce. Quindi si ottiene un miglioramento dell'ala, sotto il

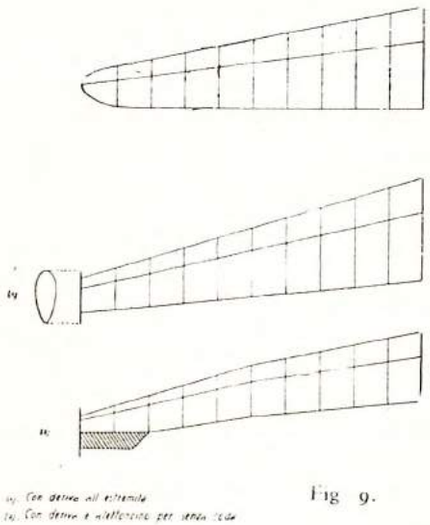


Fig. 9.

[illegible]

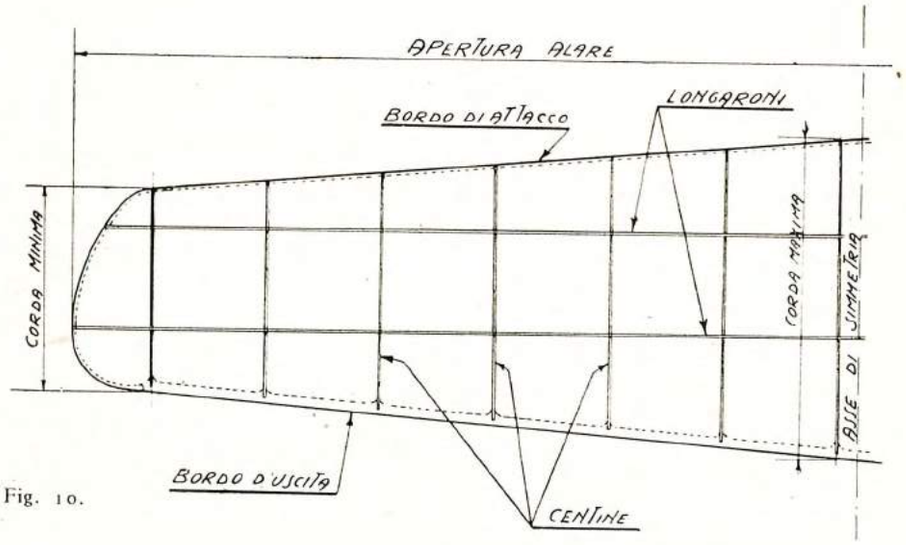


Fig. 10.

punto di vista aerodinamico. Dal punto di vista costruttivo, però, un allungamento eccessivo sarebbe dannoso. Normalmente si arriva ad un allungamento di circa 10 (p. es. apertura cm. 100 e corda media cm. 10, oppure apertura cm. 150 e superficie dmq. 22,5) per modelli a motore; allungamenti maggiori, ma non oltre 16 o 18, si usano per i veleggiatori.

La tendenza più recente è di mantenere limiti bassi per l'allungamento

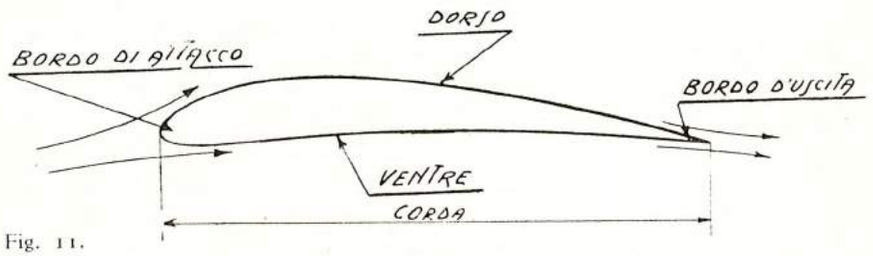


Fig. 11.

anche nei veleggiatori, specialmente se non molto grandi, allo scopo di ottenere cèntine di corda maggiore, e quindi più efficienti.

La pratica insegna che uno scheletro di peso circa 3 gr. per decimetro quadrato d'ala, è sufficientemente robusto. La copertura e la verniciatura elevano il peso dell'ala a circa 5 gr. per decimetro quadrato. Cosicchè un'ala di 10 decimetri quadrati peserà circa 50 grammi, dei quali 30 sono dovuti allo scheletro, e 20 alla copertura e verniciatura. (Scheletri costruiti in pioppo o tiglio con cèntine in compensato traforate).

Lo scheletro dell'ala si compone delle *cèntine*, dei *longheroni*, del *bordo d'attacco* o *d'entrata*, posto anteriormente, e del bordo *d'uscita*, situato posteriormente (fig. 10). Le cèntine, disposte parallelamente alla direzione del moto, servono a dare all'ala la forma della sezione (*profilo*) ; i longheroni, sono gli elementi che sopportano gli sforzi provocati dalle reazioni aerodinamiche principali. Il bordo d'attacco deve reggere la spinta dell'aria, e mantenere nella giusta posizione le estremità anteriori delle cèntine: il bordo d'uscita collega le estremità posteriori delle cèntine.

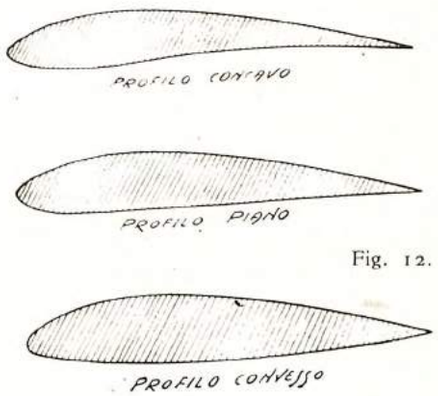


Fig. 12.

Perciò i longheroni sono elementi di resistenza, mentre le cèntine, il bordo d'entrata ed il bordo d'uscita sono elementi di forma.

Solo eccezionalmente il bordo d'entrata od il bordo d'uscita divengono elementi resistenti, come nel caso del cosidetto bordo d'entrata a cassone, costituito da un rivestimento resistente, in legno o cartoncino, collegato al longherone, della parte anteriore dell'ala.

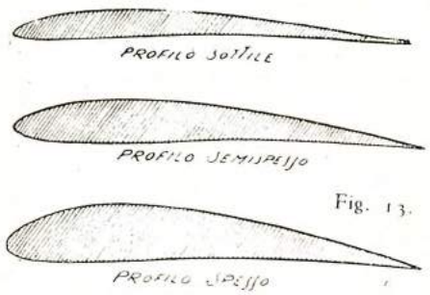


Fig. 13.

La fig. 11 rappresenta gli elementi della cèntina: il bordo d'attacco ed il bordo d'uscita, corrispondenti a quelli dell'ala, *corda*, ossia la distanza fra i bordi d'attacco e d'uscita, il *dorso*, ossia la parte superiore, ed il *ventre*, ossia la parte inferiore. La forma della cèntina, o *profilo*, è della massima importanza poichè è l'elemento che assicura la sostentazione.

Il dorso è sempre convesso, invece *il ventre può essere concavo, piano, o convesso*. Si hanno così (fig. 12) profili *concavo convessi*, *piano convessi*, e *biconvessi*. Questi ultimi possono essere *simmetrici*, quando la convessità del ventre è uguale a quella del dorso, oppure *disimmetrici*. Nei profili bisogna anche notare lo *spessore*, cioè il rapporto fra lo spessore massimo e la corda. Secondo lo spessore (fig. 13), i profili si dividono in *sottili*, se lo spessore è inferiore al 7% della corda (per corda di 100 cm., spessore inferiore a 7 cm.); *semi-spessi*, se lo spessore è compreso fra il 7%

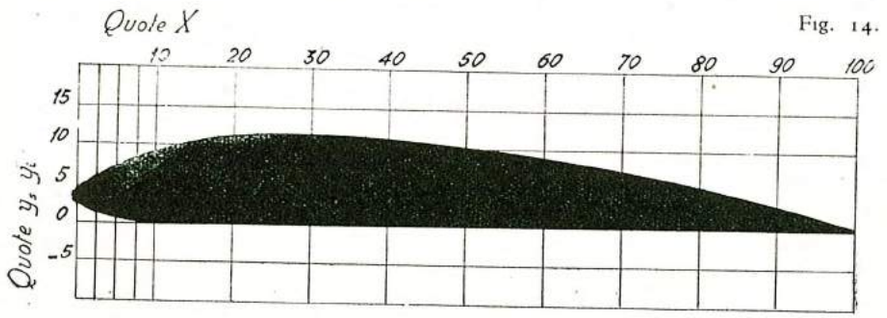
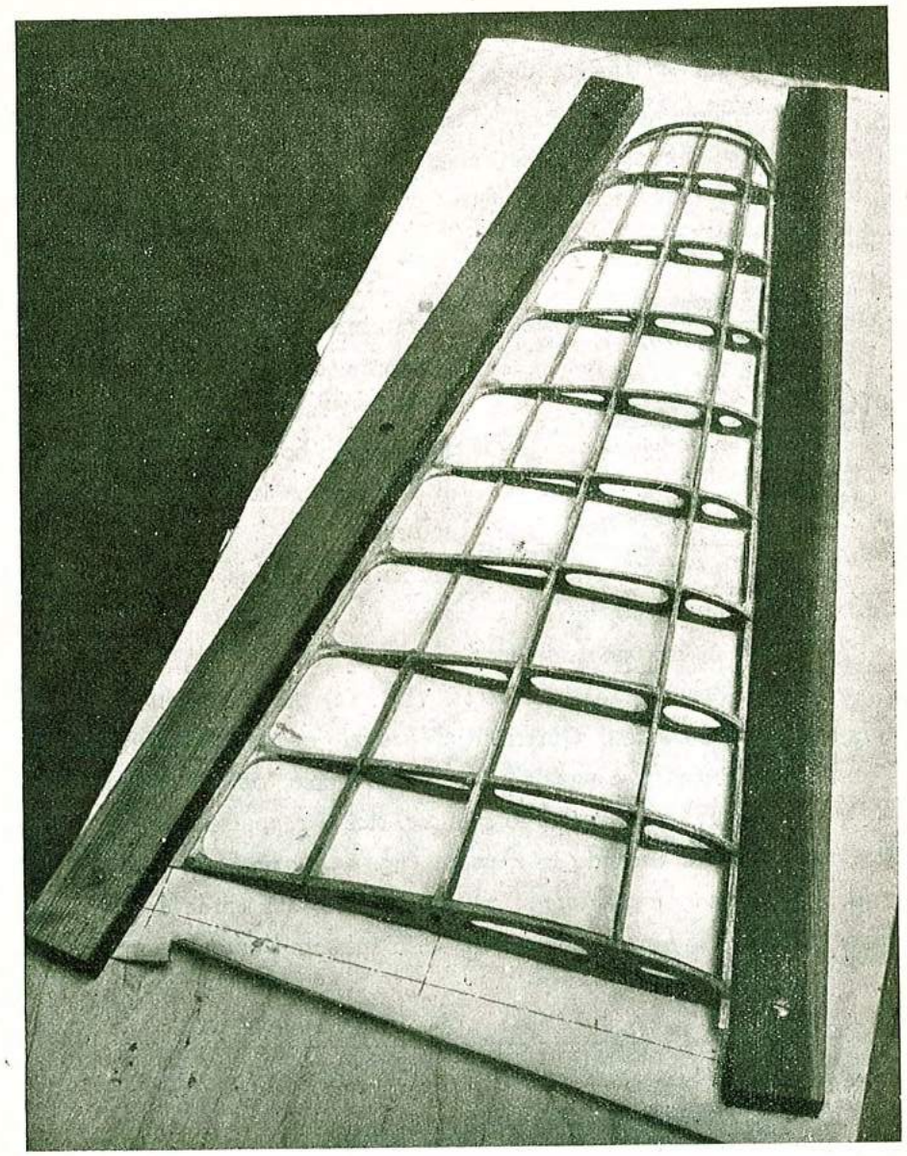


Fig. 14.

ed il 14% della corda (per corda di 100 cm., spessore compreso fra 7 e 14 cm.); *spessi*, se lo spessore è superiore al 14% della corda (per corda di 100 cm., spessore maggiore di 14 cm.). Il massimo spessore si trova più avanti

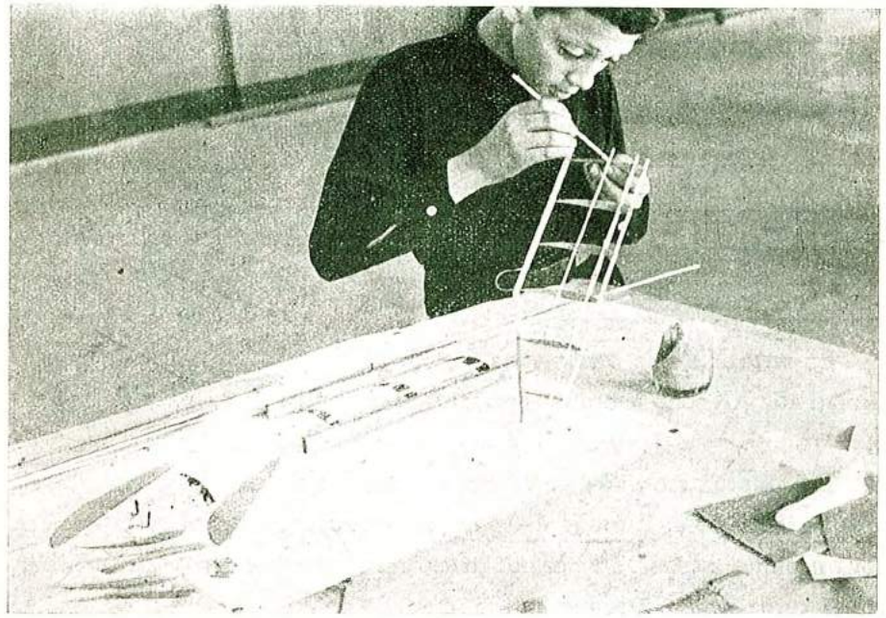


Ossatura di una semiala fissata sul piano di montaggio.

della metà della corda, cosicchè il bordo d'attacco risulta rotondeggiante, mentre quello d'uscita è appuntito. Nelle apposite raccolte pubblicate dai laboratori di esperienze, i profili, individuati dal nome del laboratorio (ad esempio, I.S.A. italiano, Gottinga, tedesco, N.A.C.A., americano, ecc.) e



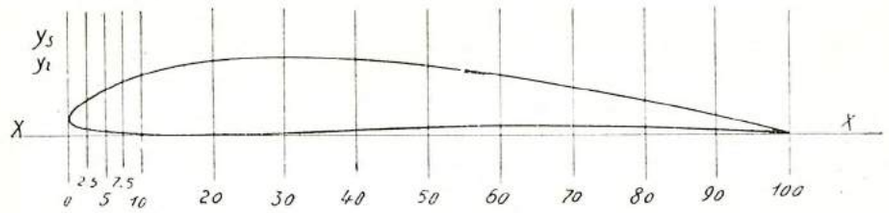
L'incastro dei longheroni nelle fessure praticate sul dorso delle centine della parte centrale di un'ala.



Con minuziosa cura l'aeromodellista pone la colla negli incastri di unione dei longheroni con le centine.

da un numero progressivo, sono rappresentati con i disegni delle loro sagome, e sono definiti con tre sistemi di quote (fig. 14), secondo le norme della C.I.N.A. (Commissione Internazionale di Navigazione Aerea): le *X* misurate lungo la corda, a partire dal bordo d'attacco, le *Ys* e le *Yi* relative alla sagoma superiore e a quella inferiore, misurate normalmente alla corda. La corda è divisa in dieci parti uguali e la prima parte è a sua volta divisa in quattro parti uguali. Si ha, perciò, un totale di tre sistemi di 14 quote, le quali sono tutte espresse in « per cento » della corda. Si osservi la fig. 15, che riproduce il profilo N. 608 Gottinga 389, uno dei profili più usati nelle costruzioni di aeromodelli. Il N. 608 è il numero progressivo dato al profilo nella raccolta del Genio Aeronautico, mentre il N. 389 corrisponde al numero dato dal Laboratorio all'Università di Gottinga presso la quale tale tipo di profilo è stato sperimentato.

PROFILO N.° 608 GOTTINGA 389 Fig. 15.



CP = 45% a 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.12	4.87	6.24	7.30	8.04	10.05	10.58	10.16	9.31	8.15	6.46	4.66	2.54	0.00
yi	2.12	0.53	0.22	0.11	0.00	0.00	0.26	0.42	0.53	0.63	0.53	0.37	0.21	0.00

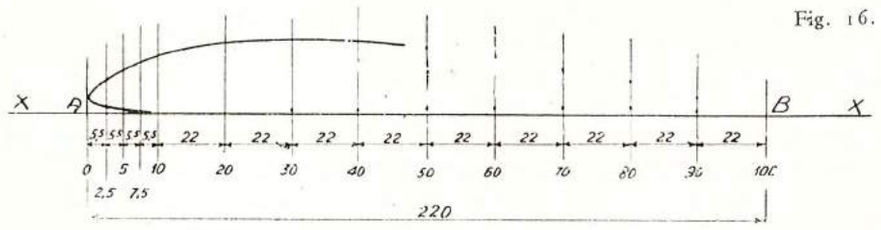
La retta *XX* è la *corda*, retta fissa di riferimento, o base, e le perpendicolati alla XX sono le *ordinate* passanti per i punti 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 20 ecc..., 100.

Dal punto *zero* passa l'ordinata da cui ha inizio il profilo e su di essa si trova il bordo di entrata: dal punto 100 passa l'ordinata sulla quale si trova il punto estremo del profilo; perciò fra le ordinate *zero* e *cento* è limitata la corda della cèntina.

Le ordinate 10, 20, 30, ecc., sono fra loro equidistanti, e dividono in

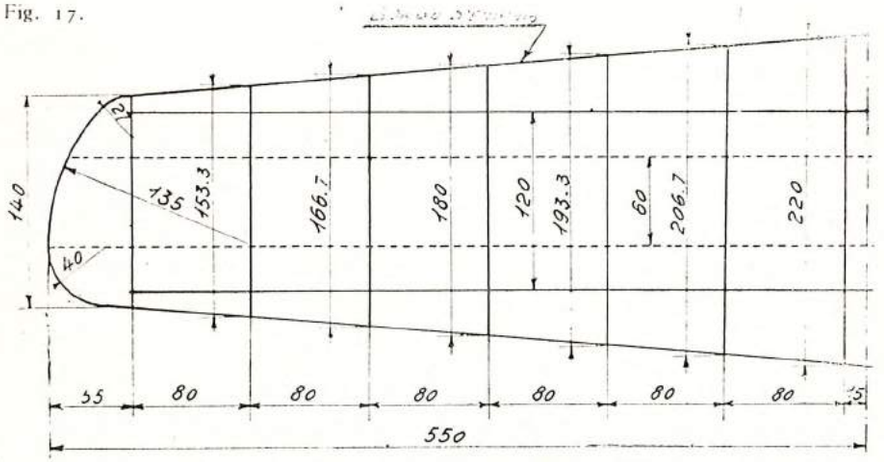
dieci parti uguali il segmento corrispondente alla corda del profilo; le ordinate 2.5, 5 e 7.5 sono fra loro equidistanti e dividono in quattro parti uguali il primo segmento di corda compresa fra *zero* e *dieci*. Con questo si ottiene una maggiore esattezza nel tracciamento del profilo al bordo di entrata.

Fig. 16.



I punti di intersezione delle ordinate con la retta base saranno chiamati in sèguito, per semplicità, i *punti X*, e perciò si avranno i punti Xo, X2.5, X5, X10, ecc. Come si vede nella tabella, ad ognuno di questi punti X corrispondono due valori segnati con Ys e con Yi; con Ys sono segnate le percentuali di corda corrispondenti all'altezza del dorso, superiore, della cèntina dalla retta base, e con Yi l'altezza del ventre, inferiore, (che molte volte potrà anche essere uguale, profili piano-convessi, o minore di zero, profili biconvessi) dalla retta base, partendo dal punto X corrispondente.

Fig. 17.



Per esempio, osservando la tabella unita alla fig. 15 si vede che in quel profilo alla X30 corrispondono la Ys = 10.58 e la Yi = 0.26; il che vuol dire, che partendo dal punto X30 della corda, il dorso si troverà ad altezza

10.58 centesimi della lunghezza della corda e il ventre ad altezza 0.26 centesimi della corda, sempre partendo dal punto base X30 e sulla stessa ordinata. Per disegnare una cèntina, si segnano i punti del dorso e del ventre per ogni ordinata e si uniscono fra loro con una linea curva continua: si ricaverà l'esatto profilo simile e proporzionale a quello scelto. Sulla tabella inoltre è scritto il dato: *C. P.* = 45% a *zero gradi*, e ciò vuol dire che per tale profilo, se è disposto ad incidenza di zero gradi, cioè con la corda pa-

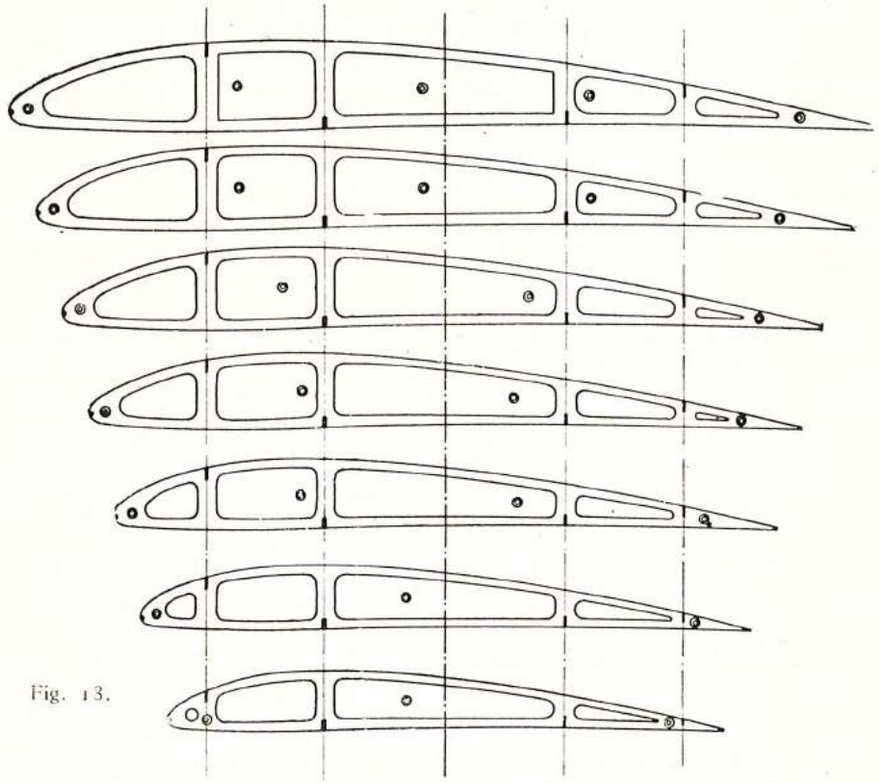


Fig. 13.

rallela alla direzione del moto, il *centro di pressione*, cioè il punto dove agisce la forza dell'aria, trovasi ad una distanza uguale al 45% della lunghezza della corda, a partire dal bordo d'attacco Xo.

I profili che pubblichiamo sono stati scelti fra quelli più adatti alle costruzioni di cui trattiamo. Il loro centro di pressione, al variare in volo dell'incidenza, cioè dell'angolo formato dalla corda del profilo e dalla direzione del moto, ha uno spostamento minimo, cosicchè il modello è costretto a ritornare automaticamente in posizione normale d'equilibrio.

Consideriamo ora un esempio pratico di riproduzione di una cèntina con sagoma simile al profilo scelto.

Disegnata un'ala e scelto il profilo N. 608 Gottinga 389, si supponga di dover disegnare la sagoma della cèntina corrispondente ad una sezione la cui lunghezza sia di m/m. 220. Si tracci sulla carta (fig. 16), od anche direttamente sul materiale da cui si vuol ricavare la cèntina, una retta XX e se ne limiti un tratto AB lungo m/m. 220 che corrisponderà alla corda della cèntina che si desidera. Si divida questo tratto o segmento in dieci parti uguali segnando fra A e B tanti punti equidistanti, si divida, poi, il primo tratto di divisione in quattro parti uguali. Le perpendicolari alla retta XX passanti per tutti i punti segnati, sono le ordinate necessarie per tracciare

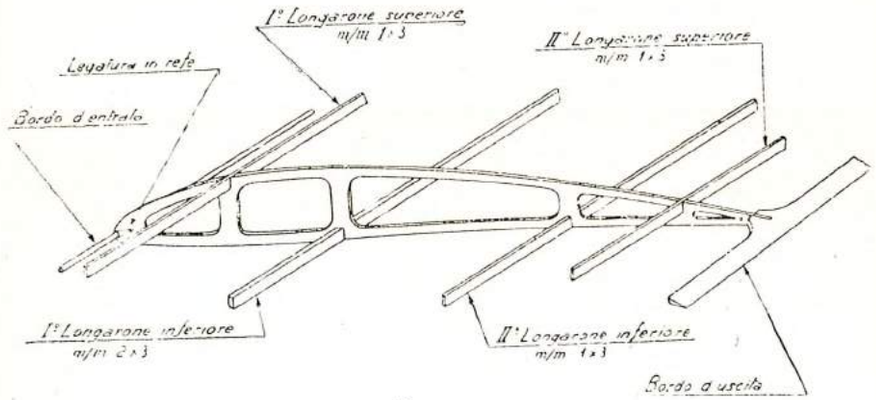
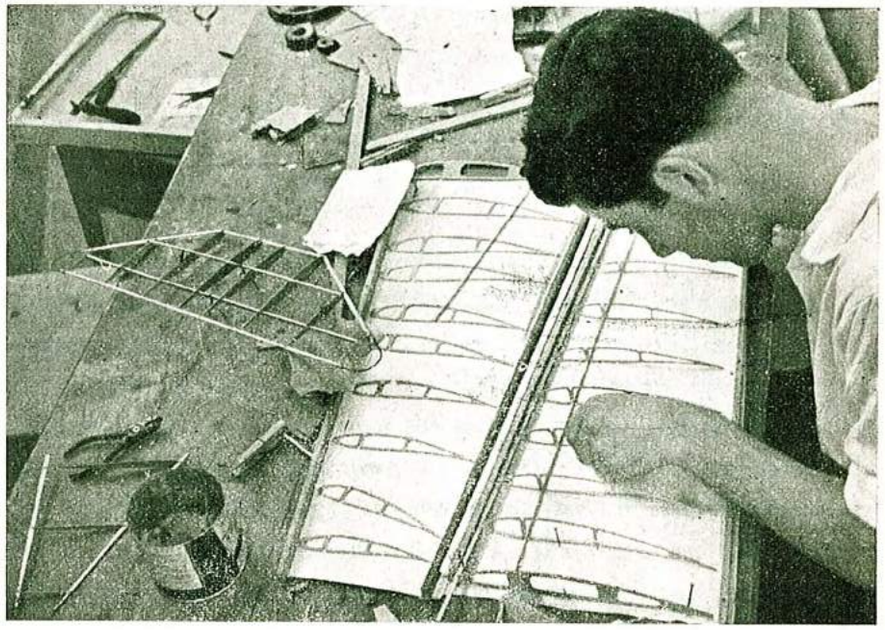


Fig. 19.

il profilo esatto. Per il punto A passerà l'ordinata zero, per il punto B, passerà l'ordinata 100. Ora, dovendo eseguire un numero non indifferente di facili operazioni aritmetiche per ottenere la quota da riportare su ogni ordinata, ci si dovrà armare di pazienza e di buona volontà. Non sarà certo un'operazione breve, ma il costruttore di aeromodelli non deve spazientirsi, perchè deve essere abituato a fare le cose con calma e senza fretta per ottenere precisi e buoni risultati. Rilevando dalla tabella la quota Ys corrispondente alla ordinata Xo che è di 2.12, si moltiplica questo valore per 220, che è la lunghezza in millimetri della corda: si ottiene 466, che dovrà poi essere diviso per 100, per ottenere la misura in m. m. 4,66. Questa è la distanza del bordo d'attacco dal punto Xo sulla corrispondente ordinata. Si



Dopo di avere controllato sul piano di montaggio l'esattezza delle centine e mozzate le estremità per l'applicazione del bordo d'uscita, l'aeromodellista fissa con dei chiodi le cèntine per mantenerle nella posizione esatta.



La posizione di ogni cèntina viene ancora controllata prima di iniziare l'incollatura.



Togliendo una cèntina per volta, l'aeromodellista pone una goccia di colla sul listello inferiore e sul borda d'attacco nel punto del loro incastro.



La cèntina viene ricollocata al suo posto incastrandola nel bordo d'attacco e nel longherone inferiore.

riporta la misura, segnando il punto sulla prima ordinata. Sulla prima ordinata le quote Ys e Yi sono sempre uguali.

Si procede poi trovando il punto superiore della seconda ordinata, X2.5, che dalla tabella risulta essere di 4.87 centesimi della corda; perciò si ripetono le operazioni, ossia si moltiplica 4.87 per 220, e dividendo per 100 si ottiene m/m. 10.81, quota che dovrà essere riportata sull'ordinata X2.5; il punto inferiore della stessa ordinata è dato dal prodotto 0,53 per 220 diviso per 100: si ottiene m/m. 1,16: e così di sèguito per ogni ordinata si dovranno riportare le varie quote superiori ed inferiori segnate nella tabella del profilo, moltiplicate per la lunghezza della corda della cèntina, che in questo caso è stata considerata di m/m. 220, e divise per 100, ricavando così, sempre, valori in millimetri.

Il costruttore non dovrà allarmarsi dei numeri frazionari, cioè decimi e centesimi di millimetro, che spesso risultano dalle operazioni: ma non dovrà neppure cercare di arrotondare le cifre perchè altrimenti falserebbe il profilo. Perciò occorre che si abitui a riportare ad occhio le frazioni di millimetro, e a segnare sulle ordinate i punti con molta esattezza, cosa che con la pratica non riuscirà difficile.

Eseguita tutta la serie di operazioni e segnati, su ogni ordinata, i punti del dorso e del ventre, si traccia il contorno, con l'aiuto di un curvilineo, passando esattamente su ogni punto.

Nell'esempio fatto, la lunghezza della corda è di m/m. 220. Volendo tracciare lo stesso profilo per un'altra cèntina, con corda differente, non

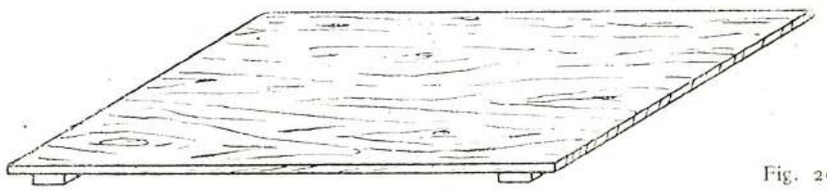


Fig. 20.

si dovrà che ripetere lo stesso procedimento sostituendo, a 220, la misura della nuova corda.

Ora che conosciamo il procedimento per disegnare con esattezza le diverse cèntine riferite a un dato profilo, bisogna imparare a costruire un'ala. Come abbiamo già detto, prima di mettersi a costruire un'ala bisogna farne il disegno per avere la forma voluta, e occorre stabilirne le di-

mensioni per ottenere la superfice desiderata. La figura in pianta verrà disegnata solo per metà, essendo l'altra metà esattamente simmetrica. Il disegno della seconda, quindi, potrà essere riprodotto da quello della prima, ricalcandolo dal rovescio in modo che risulti identico. Nel disegnare l'ala

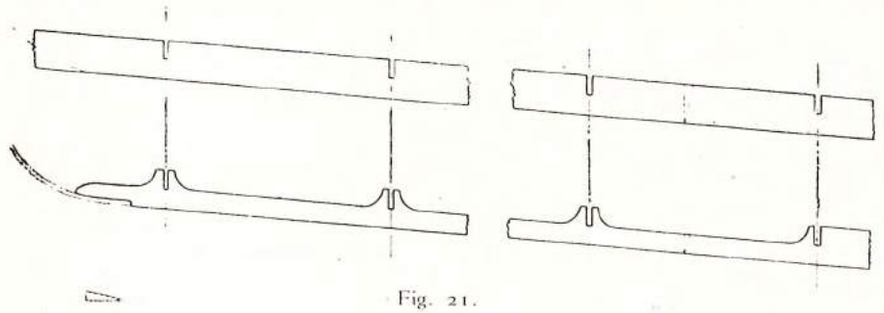


Fig. 21.

occorre tener conto del rapporto fra l'apertura e la corda media, che, come già abbiamo detto, si chiama allungamento. Stabilito l'allungamento, dalla superficie alare si ricava l'apertura e la corda media con la seguente formula:

$$L = \frac{S}{Cm} \text{ in cui } Cm = \sqrt{\frac{S}{\lambda}}$$

dove L rappresenta l'apertura alare, Cm rappresenta la corda media, S la superficie alare e λ (lamda) l'allungamento.

Seguitando a disegnare si deve, una volta tracciato il contorno, stabilire il numero delle cèntine e la loro posizione; altrettanto si deve fare per i longheroni. Le cèntine devono sempre essere disposte parallelamente all'asse di simmetria. Il numero delle cèntine, che dovranno assicurare il profilo alare, dipende dalla distanza più o meno grande che si vorrà tenere fra di esse. Nella costruzione degli aeromodelli, oggi è assai raro superare l'apertura alare di tre metri, e perciò è consigliabile disporre le cèntine distanti fra di loro non più di dieci centimetri; ma solo nel caso di ali che sorpassino i 2 metri di apertura; la distanza, quindi, dovrà diminuire con il diminuire dell'apertura: in alcuni modelli ad elastico si usa oggi mettere le centine anche a meno di tre centimetri l'una dall'altra. Il numero dei longheroni dipende anch'esso dall'apertura e dalla superficie e dalla robustezza che si vuole ottenere. Può variare da 1 a 3, se costituiti da travi in compensato, e da 1 a 6 se costituiti da listelli, uno dei quali deve essere di sezione

maggiore per ottenere una maggiore rigidezza. Fra cèntine, specie quando sono molto distanti fra loro, occorre mettere delle semi-cèntine, chiamate, più comunemente, *nasi di cèntina*, che servono a mantenere, al bordo d'entrata, la maggiore esattezza del profilo alare.

Supponiamo ora di voler costruire un'ala come quella rappresentata nella fig. 17, nella quale è disegnata una semiala avente le seguenti caratteristiche: apertura alare m/m. 1100, corda massima m/m. 220, minima

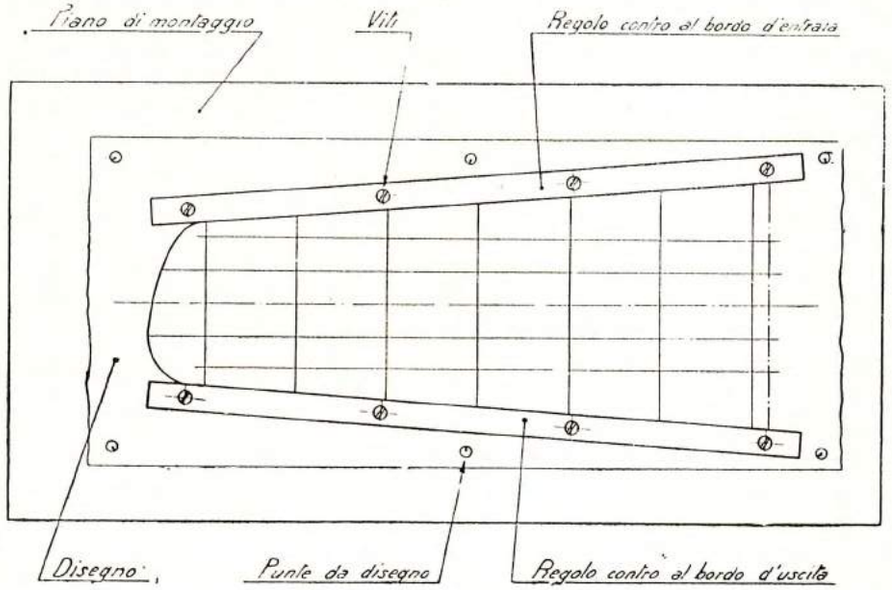


Fig. 22.

m/m. 140. La corda media risulta di m/m. 180 e l'allungamento di valore sei. La superficie è di circa 20 decimetri quadrati. Le cèntine, che in questa semiala che descriviamo a mo' di esempio, sono sette, sono poste ad intervalli uguali di 80 m/m. ed hanno rispettivamente le corde di m/m. 220, 206,7, 193,3, 180, 166,7, 153,3 e 140. I longheroni, invece, prevedendo che siano semplici listelli paralleli fra loro, sono quattro, due sul dorso segnati con rette piene, distanti fra loro m/m. 120, e due sul ventre dell'ala, segnati con rette tratteggiate, distanti fra loro m/m. 60. Data la forma dell'ala, e per semplicità di costruzione, porremo i longheroni perpendicolarmente all'asse di simmetria. Ammettendo che in questa costruzione le cèntine siano di legno compensato, i longheroni in listelli di legno

duro (bosso), il bordo d'uscita in legno di pioppo, ed il bordo di entrata in tondino di legno per l'esecuzione dell'ossatura si dovrà procedere nel modo seguente. Si disegna su carta la pianta della mezza ala nella sua grandezza naturale, tracciando, oltre alla posizione delle cèntine, anche

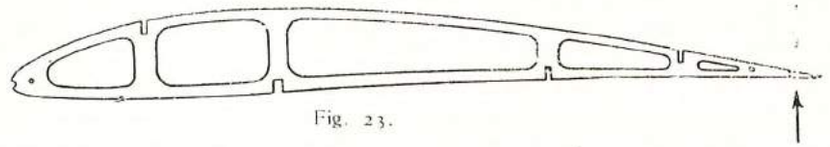
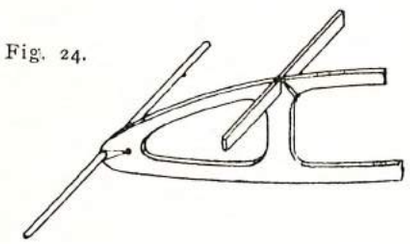


Fig. 23.

quella dei longheroni. Fatto il disegno, occorre, come già si è detto, ricalcarlo dal rovescio per ottenere l'altra semi-ala. Dal disegno si devono rilevare le lunghezze delle corde delle cèntine. Scelto il profilo alare, in base alle quote segnate nella rispettiva tabella, si dovranno disegnare le cèntine sulla carta, oppure direttamente sul legno. Quindi si segneranno, su ognuna, i punti esatti di incastro del bordo di entrata e dei longheroni; infine si disegnerà la parte da traforare per alleggerire la costruzione, facendo attenzione di non indebolire troppo le cèntine. Se il disegno è stato fatto su carta, sconsigliamo di incollarlo sul legno per poi procedere al lavoro, distruggendo, in tal modo, il disegno; consigliamo invece di farne il ricalco, con carta al carbone, cercando di ottenere la maggiore esattezza possibile. Però, chi avrà fatto direttamente il disegno sul legno, potrà avere la quasi certezza di non errare nel profilo. Ad ogni modo, sia il disegno che il suo calco dovranno essere eseguiti tenendo presente che la venatura del legno deve essere disposta nel senso della corda.

Fig. 24.

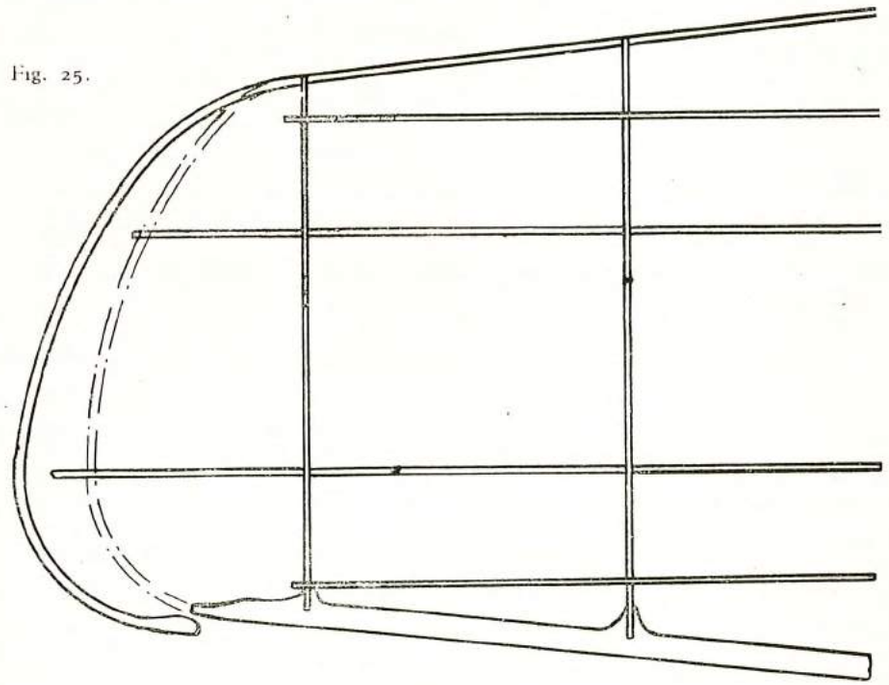


La cèntina massima (e così la sua gemella) si costruisce in legno di spessore maggiore (in questo caso di millimetri 1,5) perchè sta al centro dell'ala e perciò è soggetta a dover sopportare lo sforzo maggiore e i contraccolpi in caso di urti contro eventuali ostacoli. Le altre centine si costruiscono di spessore minore (m/m 1) per ottenere una maggiore leggerezza.

Fatto il disegno di ogni cèntina, o ricalcato sul legno quello fatto su carta, non è necessario ripetere l'operazione. Per essere sicuri che le cèntine

di ogni coppia risultino identiche, si procede nel lavoro costruendole a due a due. Prima di tutto si ritaglia il legno, lasciando un po' di margine all'esterno del disegno. A questo pezzo ne uniremo un altro, delle stesse dimensioni, a mezzo di chiodini, badando (fig. 18) di piantarli in posizione tale che non abbiano ad ostacolare il lavoro, e tagliando, con i tronchesini, le parti sporgenti dal legno. Questo è il mezzo migliore per unire i due pezzi da lavorare. Il sistema di incollarli insieme, frapponendo fra l'uno e l'altro

Fig. 25.



un foglio di carta, richiede, poi, l'immersione in acqua, però il legno si può deformare e può accadere che gli strati del compensato si stacchino. Eseguita l'unione dei pezzi, si sega l'esterno della cèntina, lasciando un piccolissimo margine, e senza mai oltrepassare, verso l'interno, il segno. Fissata la coppia, così preparata, alla morsa (mettendo sulle ganasce di questa due rivestimenti di cartone per non guastare il legno), con la lima e carta vetrata si toglie l'eccedenza di legno, fino a raggiungere esattamente il segno. Bisogna ora, allo scopo di alleggerire la cèntina, procedere al lavoro di traforo dopo, si intende, aver praticato col trapano, nelle parti da asportare, alcuni forellini nei quali

si introdurrà la lama del seghetto. Il traforo delle parti interne delle cèntine non richiede l'esattezza che occorre per quelle esterne. Raccomandiamo soltanto, di non fare angoli vivi, ma di arrotondare sempre i raccordi, meno che in casi speciali. Nell'ala che stiamo descrivendo, soltanto la cèntina maggiore ha quattro angoli vivi, che servono per la unione delle due mezze ali. Ultimato il lavoro di seghetta, con una lima si tolgono le sbavature del legno. Infine si procede a fare gli incastri per i longheroni e per il bordo d'attacco. Per questo si fa un solco, con la lima tonda, che contenga esattamente il tondino di legno. Noi adotteremo, per il bordo d'entrata, un tondino del diametro di mm. 3; per i longheroni listelli di bosso di mm. 1×3 per quelli collocati sul dorso e per quello inferiore posteriore, mentre per quello inferiore anteriore, che deve reggere ad uno sforzo maggiore, occorre un listello di bosso di sezione mm. 2×3 (fig. 19). L'esecuzione degli incastri dei longheroni può essere fatta con l'aiuto di una lama per sega da metalli di taglio e di spessore sottile, oppure con una lima sottile di taglio fine.

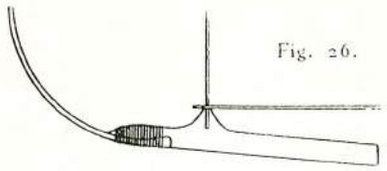
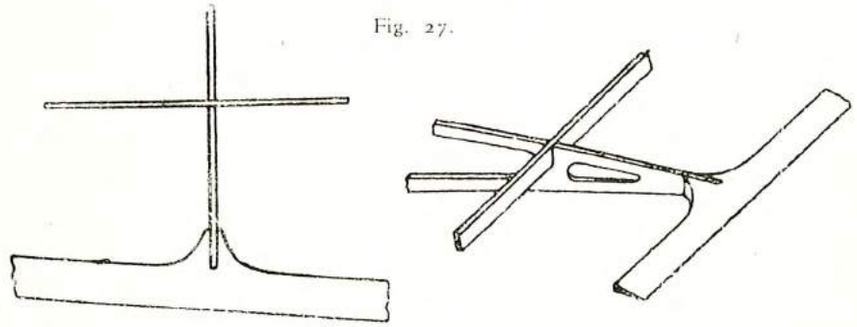


Fig. 26.

Ultimate le cèntine, per mettere insieme lo scheletro delle due mezze

Fig. 27.



ali occorrono i piani di montaggio. Potrebbe bastare un piano solo; ma, poi che la spesa non è eccessiva, si può consigliare di farne due, tanto più che saranno sempre utili e comodi. Questi piani (figg. 20 e 28) consistono in due tavolette di legno dolce bene stagionato di cm. 2 di spessore. Le dimensioni normali sono di cm. 100 di lunghezza per cm. 50 di larghezza. Dovranno essere ben levigati, perfettamente in piano, e, al fine di evitare

deformazioni, rinforzati con travi trasversali nella parte inferiore. Dovranno essere conservati sempre con la massima cura, in luogo asciutto, in modo che gli agenti atmosferici non li possano deformare.

Per il montaggio delle mezze ali, si dovrà fissare, con delle puntine, su ogni piano il disegno di una semi-ala.

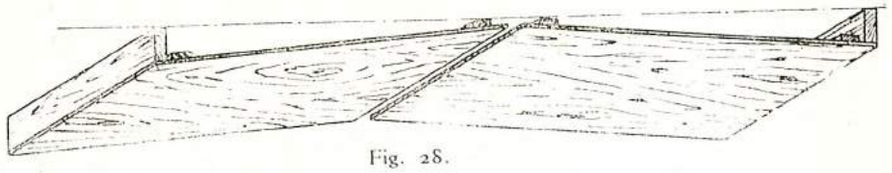


Fig. 28.

Provvediamoci ora del bordo d'uscita che consiste in un listello di legno di pioppo, o di cirmolo, od altro adatto, di sezione a triangolo, che nel caso in parola potrà avere le misure di m m 3 di base per 12 di altezza. In questi listelli (uno per ogni semi-ala) occorre praticare dei tagli per l'incastro nelle cèntine (v. figg. 19 e 21). Per far ciò si appoggiano i listelli sul disegno, con lo spigolo più acuto contro la linea che determina il bordo di uscita, e vi si segnano i punti corrispondenti alla posizione delle cèntine; quindi, se il bordo d'uscita non è perpendicolare alle cèntine, i tagli dovranno essere fatti obliqui. Per l'esecuzione si procede come per quelli sulle cèntine, con profondità fino a metà spessore del listello. Nella fig. 21 è raffigurato anche un bordo di uscita con alleggerimento ottenuto asportando, con il seghetto, una parte del legno.

Ci si provveda ora di quattro regoli di cm. 2 × 3 di sezione, lunghi quanto ogni mezza ala. I lati devono essere ben diritti. Si fissino, a mezzo di viti, due su ogni piano, in modo che coincidano esattamente, due con i bordi d'uscita e due con i bordi d'entrata dei disegni. Questi regoli, così fissati, limiteranno, per tutta la lunghezza, la profondità dell'ala, garantendo una perfetta esecuzione del montaggio (fig. 22). contro i regoli che coincidono con i bordi d'uscita, si dovranno fissare provvisoriamente, con piccoli chiodi, i listelli già preparati, in modo che lo spigolo acuto sia aderente al regolo e gli incastri combacino esattamente con i segni corrispondenti delle cèntine. Bisogna ora adattare le singole cèntine, alle quali occorre tagliare, al bordo d'uscita (fig. 23), quanto è necessario perchè possano entrare esattamente fra i due regoli, incastrandosi nel listello del bordo d'uscita. Collocate ai loro posti tutte le cèntine, occorre verificare, con una piccola squadra, che siano perpendicolari al piano di montaggio, e che i tagli d'incastro per i longheroni siano allineati. Collocati i longheroni, tanto superiori che inferiori, di lunghezza maggiore del necessario, si farà una robusta legatura, con refe, ad ogni giuntura (fig. 24). Verificato che tutto sia a posto, sarà bene mettere, sul disegno, dei pezzetti di carta sotto ogni punto che dovremo incollare: salveremo, in tal modo, il disegno. Fatta una seconda verifica, servendoci di un'asticciuola di legno appuntita, procederemo alla incollatura, facendo cadere, su ogni incastro, una o due gocce di colla alla caseina o di collante. Durante l'essiccamento della colla, i piani di montaggio, con gli scheletri, devono essere tenuti in luoghi non soleggiati, nè prossimi a sorgenti di calore, come già è stato avvertito. Ad essiccamento compiuto, si tolgono i regoli avvitati sui piani, quindi si staccano gli scheletri, liberandoli dai chiodini che tenevano i bordi d'uscita e da quanto ha

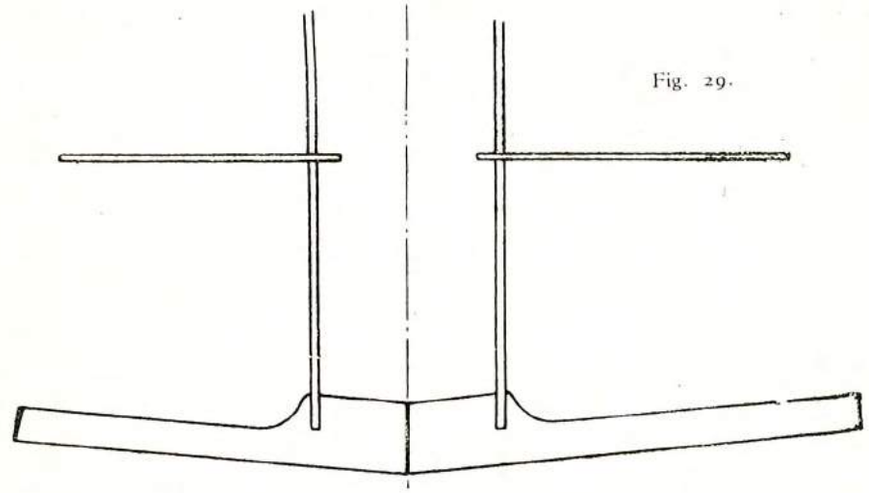


Fig. 29.

servito per tenere a posto le cèntine. Infine si procede alla pulitura, raschiando le ossature leggermente e con precauzione, per liberarle dalle sbavature della colla.

Per montare il bordo d'attacco daremo al tondino la sagoma precisa del contorno dell'ala, e, ponendolo nel solco fatto nelle cèntine, lo troncheremo alla lunghezza giusta per l'unione con il bordo d'uscita (fig. 25). Dalla parte

della cèntina centrale, invece, lo lascieremo un po' più lungo. Taglieremo ora nella giusta misura i due longheroni inferiori, facendo su ognuno, come nelle cèntine, un solco per il tondino che uniremo alle altre strutture con robuste legature di refe e su ogni legatura spalmeremo, poi, un po' di colla (v. fig. 26). Per la finitura si potrà far uso di una lima, preferibilmente mezzo tonda, e si toglieranno negli spigoli delle giunture tutti i residui di colla, facendo attenzione di non intaccare nè i longheroni, nè le cèntine. Se possibile, toglieremo quindi le legature di refe, ad eccezione di quelle fatte per tener fisso il bordo d'entrata.

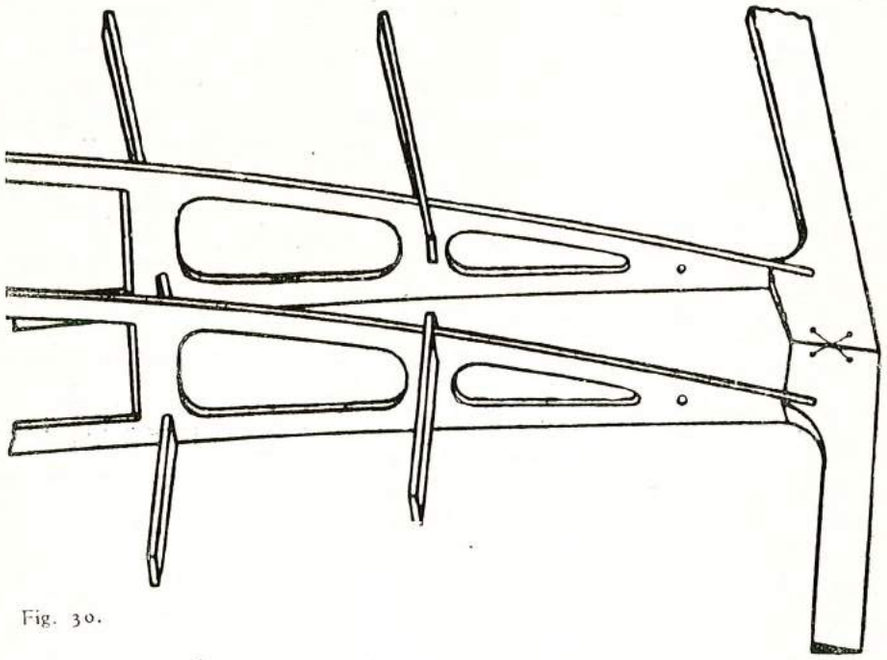


Fig. 30.

Anche il bordo d'uscita dovrà essere limato, ed ancora alleggerito e rifinito nei pressi degli incastri con le cèntine. Per ultimo si tolgono e si arrotondano con cura le punte grezze che erano state lasciate (fig. 27).

Riunite le due semi-ali, si dovranno mozzare i longheroni superiori, poco al di fuori dell'ultima cèntina. Così si taglierà pure l'estremità del bordo d'entrata rimasta libera verso la mezzaria, lasciando una sporgenza di circa 10 m/m.

Finito lo scheletro delle semi-ali, occorre provvedere alla loro unione.

Per questa parte di lavoro ci serviremo ancora dei piani di montaggio, che disporremo uno di fronte all'altro, come indica la fig. 28, cioè tenendo sollevate le estremità esterne, con un regolo di legno, in modo da ottenere l'angolo che si vuole dare alle due semi-ali. Le semi-ali vanno collocate sui piani di montaggio con le cèntine maggiori a filo dell'estremità interna. Si tagli, ora, al centro fra le due cèntine, la parte in più del bordo d'uscita, secondo la fig. 29. La legatura in croce (fig. 30) si eseguisce passando il solito filo di refe in quattro forellini e versandovi una goccia di colla per renderla più solida. Il bordo d'entrata si unisce con un pezzetto di tondino. Le parti che devono reggere tutto lo sforzo sono, però, i diaframmi che devono collegare le due cèntine centrali. I diaframmi, le cui forme sono rappresentate nella fig. 31, vanno incastrati, a contatto con le nervature delle cèntine, in corrispondenza degli angoli vivi del traforo, e prima di costruirli in legno è opportuno farne la sagoma di prova in cartoncino, fino a trovare le misure esatte. L'applicazione dei diaframmi sarà fatta con una buona incollatura e legatura tenendo gli scheletri delle mezze ali appoggiati sui piani. Quando la colla sarà ben secca si toglierà tutto lo scheletro, e si eseguirà la pulitura e rifinitura delle ultime parti lavorate.

Oltre il sistema descritto, che è il più pratico ed il più facile, si può costruire un'ala in molti altri modi. La costruzione della cèntina, per esempio, può essere fatta con bastoncini opportunamente piegati e curvati (fig. 32), con legatura e incollatura nei punti d'unione d'un pezzo con l'altro. Occorre, però, per ogni dimensione di cèntina, una sagoma traforata in un blocco di legno (fig. 33). Il materiale da usare deve essere tenero ed elastico: si prestano i bastoncini di pioppo, che bisogna bagnare prima della lavorazione. Questo sistema presenta il vantaggio che, in ogni punto, le fibre sono disposte per il lungo, con maggiore resistenza.

Analogo a questo sistema, è il sistema tedesco della costruzione metallica, con laminati d'alluminio, di varie sagome, e con commettiture fatte a mezzo di piccoli chiodi ribaditi, o con speciali pinze che piegano e sagomano il metallo.

Con il balsa od il balsital si costruiscono cèntine piene che possono però essere di spessore sottile e quindi di limitato peso.

In quanto ai longheroni, possono essere costruiti di compensato (fig. 34), secondo la sagoma e le misure, che devono corrispondere alla distanza ed allo spessore delle cèntine. Alla stessa maniera delle cèntine, si possono costruire con bastoncini anche i longheroni.

Anche il bordo d'entrata può essere costituito da un bastoncino, la ri-

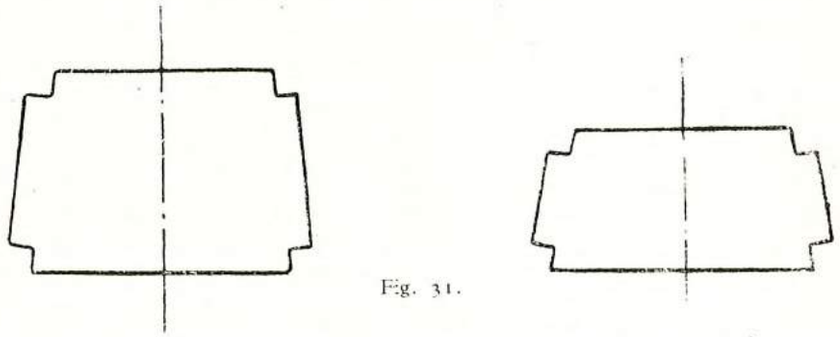


Fig. 31.

gidezza del quale si può aumentare con l'applicazione di una striscia di impiallacciatura, piegata secondo la curvatura delle cèntine.

Quando se ne ha la possibilità, è bene rinforzare il bordo d'attacco con una striscia di impiallacciatura, che assicuri al rivestimento la forma progettata.

Il tipo di costruzione sin qui descritto è piuttosto antiquato. Diamo quindi la descrizione di due ali di modernissimi aeromodelli, un veleggiatore tipo scuola di medie dimensioni e un modello con motore ad elastico da gara.

Cominciamo dalla prima, quella dell'« Allievo T. 41 » di Tione (figura 38).

Le cèntine sono in tranciato di pioppo da mm. 1 e non sono traforate. Presentano due soli incastri: uno per il bordo d'attacco e uno per il longhe-



Fig. 32.

rone. Questo è in tiglio, della sezione di mm. 3 × 8 ed è affiorante sul ventre dell'ala. Ciò non è dannoso, essendosi adottato il profilo di Clark y piano-convesso. Il bordo d'attacco è in tiglio della sezione di mm. 3×5; anche il bordo d'uscita a sezione triangolare (mm. 3 × 10) è in tiglio.

I contorni di estremità sono in compensato: da mm. 1,5, al bordo d'attacco; da mm. 1 al bordo d'uscita. Anche il pezzo d'unione dei due bordi è in compensato da mm. 1.

Le ultime cèntine verso l'estremità sono sempre del profilo Clark y, ma diminuito di spessore. Le quote di questo profilo sono state moltiplicate, cioè,

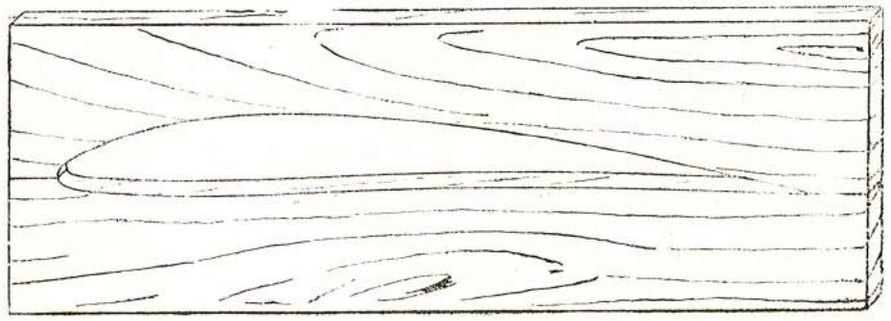


Fig. 33.

per un coefficiente di riduzione (0,9 per la penultima cèntina e 0,7 per l'ultima). Ciò allo scopo di ottenere con la maggiore semplicità possibile la maggiore efficienza aerodinamica, cui contribuisce in modo notevole la più facile (e quindi migliore) ricopertura dell'estremità alare. Pertanto la sezione del longarone verrà a ridursi in corrispondenza di queste due cèntine a mm. 3×7 e 3×4 rispettivamente. Al centro il longherone viene sagomato in modo che quando la sua faccia giace sul piano, la semi-ala assume l'inclinazione voluta. Le strutture delle due semi-ali sono unite fra loro come segue:

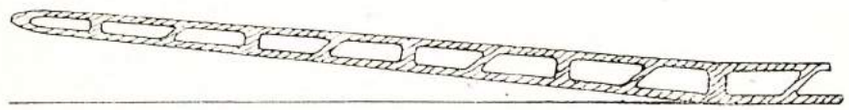


Fig. 34.

— longheroni: due ponticelli di compensato da mm. 1 incollati l'uno anteriormente e l'altro posteriormente al longherone. Nel cavo restante superiormente al longherone viene posto un pezzo di riempimento che serve anche a sostenere il rivestimento dorsale fra le due cèntine centrali.

— bordo attacco: pezzi ad angolo in compensato da mm. 1.

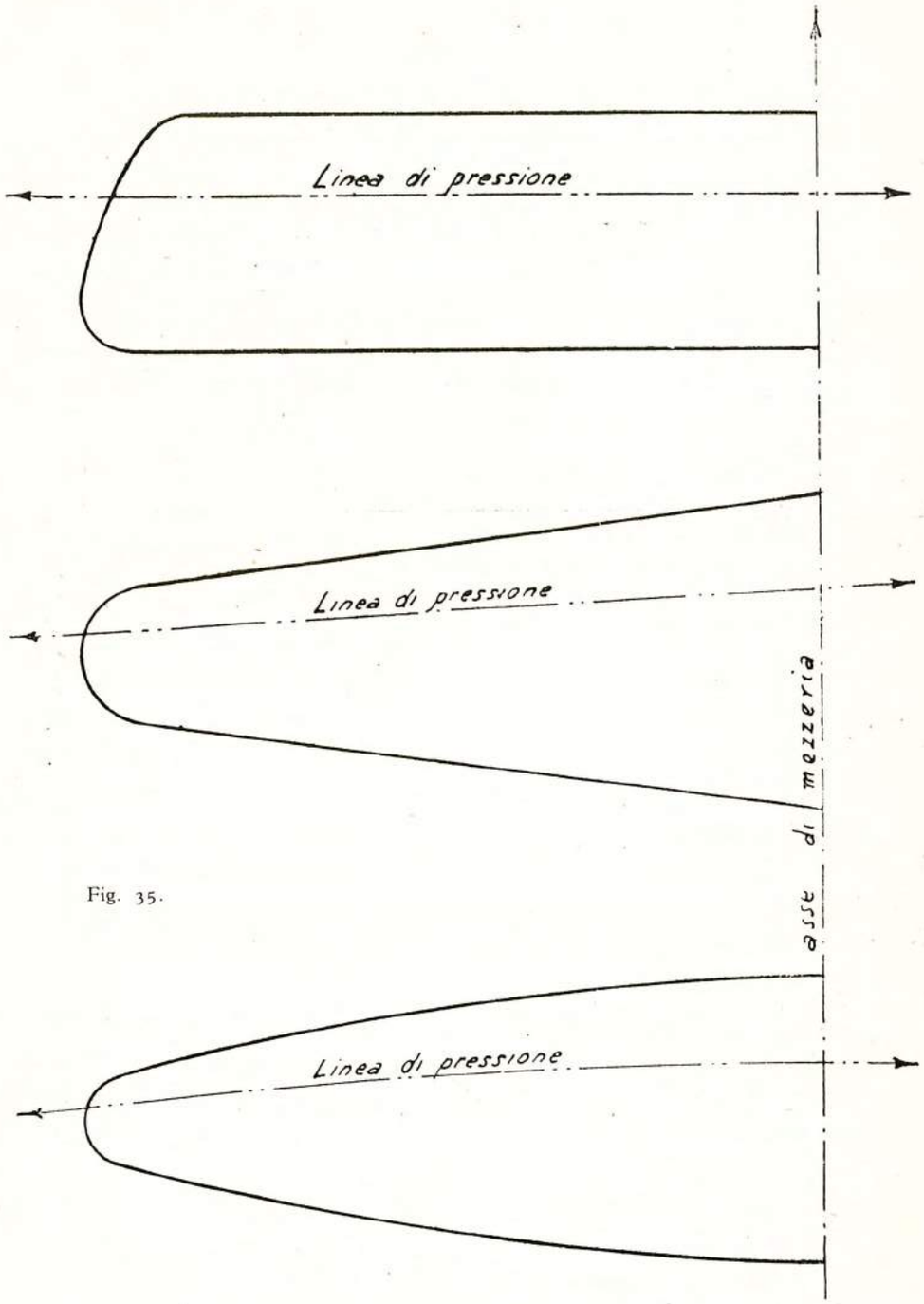


Fig. 35.

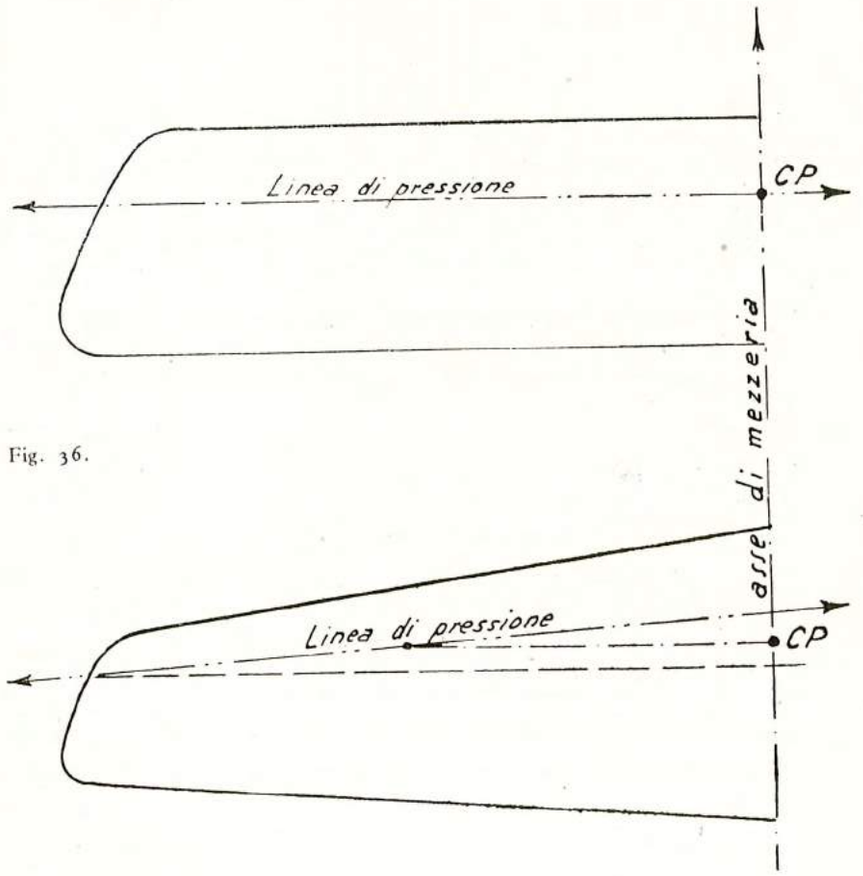


Fig. 36.

— bordo uscita: pezzi ad angolo in compensato da mm. 1 incastrato nel bordo d'uscita delle due semi-ali.

L'ala del modello ad elastico, da gara (Legionario - XIX di Tione) è costruita completamente in balsa e presenta un doppio diedro (fig. 39). Le cèntine sono in balsa da mm. 1 di spessore. Il profilo è l'Eiffel 400 sino al ginocchio del secondo diedro. Da questo punto va modificandosi fino alla

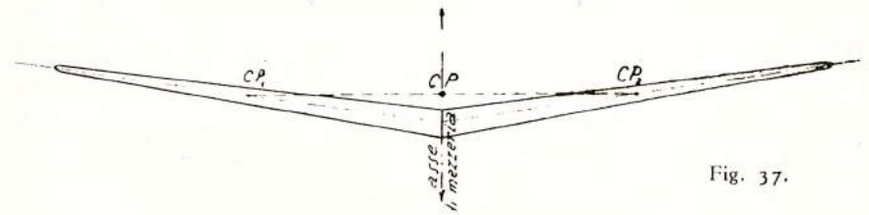


Fig. 37.

cèntina estrema che presenta il profilo Naca M3 appuntito (fig. 41). Il longherone, non affiorante, è a « C », costituito da una suoletta in balsa da mm. 1 larga mm. 7 sulla quale vengono incollati due listelli, pure di balsa, della sezione di mm. 1,5×1,5 (fig. 40).

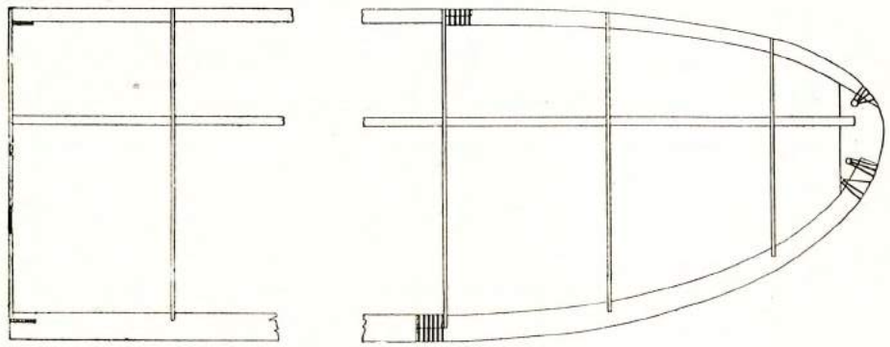


Fig. 38.

Al ginocchio del secondo diedro il longherone comincia a rastremarsi sino all'estremità. Le giunzioni del longherone in corrispondenza dei ginocchi dei diedri sono effettuate mediante pezzi sagomati in compensato da

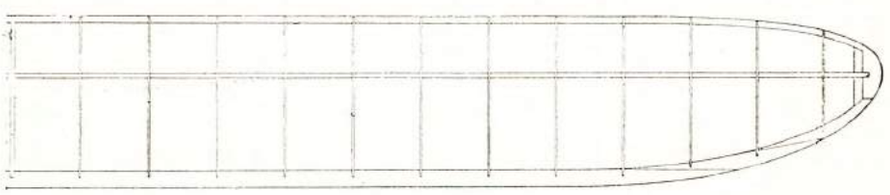


Fig. 39.

0,5 sul quale poi viene incollato un pezzo di balsa di analoga sagoma e dello spessore di mm. 1. Le giunture vengono fasciate con tessuto di seta bagnato di collante.

Abbiamo parlato del centro di pressione riferendoci al profilo; occorre adesso determinarne la posizione rispetto all'ala intera, secondo le diverse forme che ad essa potremo dare. Essendo l'ala simmetrica rispetto al piano verticale che passa per l'asse longitudinale dell'apparecchio, si deduce in primo luogo che il centro di pressione si troverà sul piano di mezzaria del modello, cioè su quel piano verticale che lo divide in due parti simmetriche.

Nella fig. 35 sono rappresentate tre ali, una rettangolare, una rastremata con i bordi d'attacco e d'uscita rettilinei, una rastremata con i bordi d'attacco e d'uscita curvilinei. Si chiama *linea di pressione* quella linea che unisce tutti i centri di pressione delle varie cèntine. Nella figura si è supposto che il centro di pressione, per il profilo adottato, si trovi al 30% della corda. Le linee di pressione risultano così: nel primo caso una retta normale alla linea di mezzaria, nel secondo caso una retta inclinata all'indietro, nel terzo caso una curva.

Per determinare con sufficiente approssimazione, il centro di pressione dell'ala intera, si traccia una retta perpendicolare all'asse di mezzaria e passante per il punto di mezzo della linea di pressione. (Si veda la fig. 36).

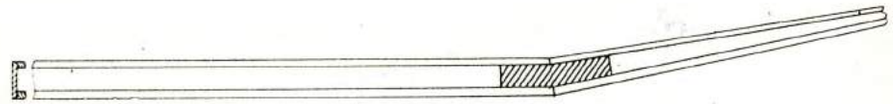


Fig. 40.

Nel caso che il C. P. dell'ala intera, non venga a trovarsi nella linea di pressione, ma più avanti o più indietro, come in fig. 36, si dice che l'ala è a freccia, rispettivamente, negativa o positiva. Questa particolare disposizione è importante quando si tratti di determinare, come vedremo in seguito, la superficie del timone di direzione. L'entità della freccia è data dalla distanza in cm. del C. P. dell'ala intera dal punto più avanzato o più arretrato della linea di pressione.

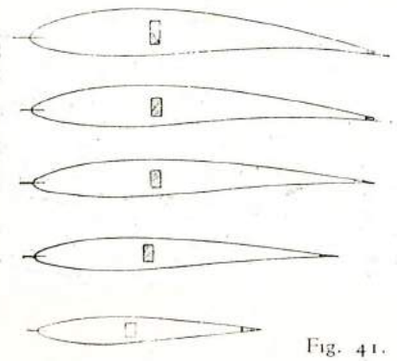
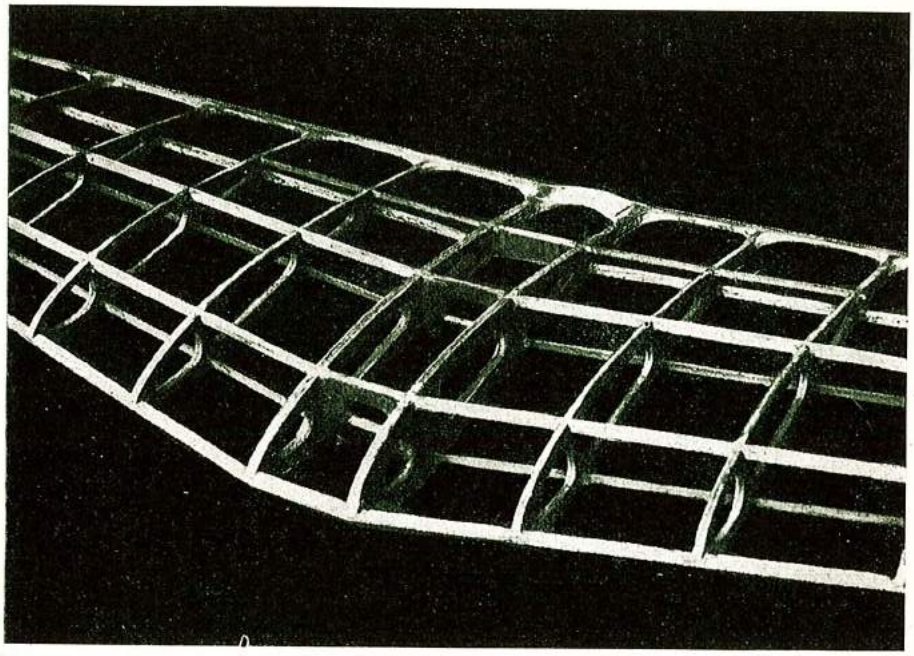


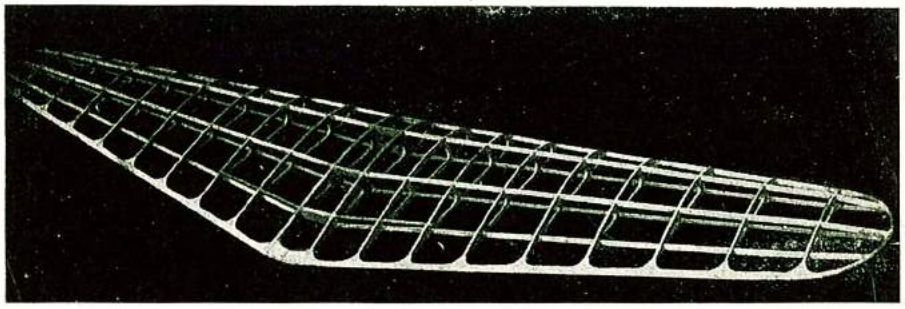
Fig. 41.

Per quanto riguarda la posizione del centro di pressione in altezza, occorre determinare, nella vista di fronte (fig. 37), le posizioni dei centri di pressione CP_1 e CP_2 delle due mezze ali, che si troveranno alla metà delle mezze ali. Unendo i due punti CP_1 e CP_2 con una retta, si ottiene in C. P., intersezione di tale retta con l'asse di mezzaria, la posizione in altezza del centro di pressione. Naturalmente, come risulta dalla figura, con ali a V il centro di pressione viene spostato in alto.



Particolare dell'unione centrale degli scheletri di due semi-ali.

Nelle ali dei modelli, generalmente, non si applicano gli organi di comando dell'equilibrio laterale, cioè gli *alettoni*. Tali organi constano di due parti dell'ala mobili, situate nel bordo d'uscita verso le estremità. Un abile acromodellista non incontrerebbe difficoltà a costruirli, ma gli si presenterebbe,



L'ossatura di un'ala pronta per essere rivestita.

poi, un problema ben più difficile da risolvere e cioè la costruzione di un meccanismo che li facesse funzionare efficacemente. D'altra parte, l'equilibrio laterale si ottiene facilmente costruendo l'ala a V molto aperto, la qual cosa sopperisce a qualunque sistema automatico.

COSTRUZIONE DELLA FUSOLIERA

In tutti gli aeromobili la fusoliera ha una forma tale da offrire la minima resistenza all'avanzamento.

La forma della fusoliera è diversa fra apparecchio ed apparecchio e dipende in parte dalla fantasia del costruttore, in parte dalle indispensabili esigenze delle installazioni di bordo, ed infine dall'impiego che si desidera fare dell'apparecchio.

Nel caso più semplice degli aeromodelli, la fusoliera può essere ridotta alla forma più elementare della sola trave, ossia ad un comune regolo di legno (fig. 42) di sezione quadrata, o rettangolare. Ad una estremità del regolo si applica un supporto portante l'albero dell'elica e all'altra estremità un gancio per tener tesa la matassa di gomma.

Nella fusoliera così costruita, l'elastico motore rimane all'esterno senza alcun riparo di protezione e gli sforzi prodotti dalla sua tensione non possono essere giustamente distribuiti. Il regolo è soggetto a deformazioni che possono spostare molto facilmente il centramento esatto dell'apparecchio. Questo tipo di fusoliera può essere adottato dai principianti, e per modelli di piccole dimensioni.

Molti vantaggi si ottengono, invece, con la fusoliera a tubo, che è in

proporzione più leggera e nasconde e ripara la gomma motrice, il cui sforzo di tensione viene perfettamente suddiviso e sopportato da ogni parte del tubo.

Questi tubi, costituenti le cosidette *fusoliere a tubo*, sono per lo più costruiti in legno e resistono molto bene agli sforzi di torsione e di compressione.

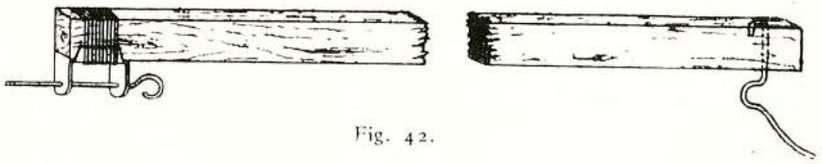


Fig. 42.

Il *tubo fusoliera* si costruisce adoperando legno da impiallacciatura di 5 o 6 decimi di millimetro di spessore, oppure legno compensato sottile, di 4 o 5 decimi di millimetro.

L'impiallacciatura da usare è quella di noce, o di acero; il secondo legno è da preferire; ma a tutto è da preferire il compensato di betulla sottile che offre la maggiore robustezza.

Questi tubi possono essere costruiti di forma cilindrica o conica; ad ogni modo il loro diametro interno deve essere tale da alloggiare con sufficiente agio la matassa, o le matasse, di gomma motrice.

Per costruire i tubi è necessario possedere un attrezzo indispensabile, detto comunemente *anima*, costituito da una canna metallica di diametro esterno uguale a quello interno del tubo che si vuol costruire. La canna metallica deve essere più lunga del tubo di compensato, o di impiallacciatura, che si desidera costruire. La costruzione del tubo-fusoliera può essere fatta



Fig. 43.

in due modi: con avvolgimento del tubo a *spirale*, oppure *diritto* nel senso della lunghezza.

Il tubo fatto con l'avvolgimento a spirale acquista una maggiore rigidezza, risulta ben diritto e sentirà meno di qualsiasi altro le variazioni atmosferiche; perciò la costruzione di tubi di questa specie è da preferirsi a qualsiasi altra.

La costruzione del tubo-fusoliera non è difficoltosa come molti credono: occorre soltanto avere pazienza e procedere, in ogni operazione, senza preoccuparsi della quantità di tempo che si dovrà impiegare.

Costruendo tubi con legno da impiallacciatura, si possono fare di uno



Fig. 44.

o due strati. Se si costruiscono di uno strato solo, possono essere rinforzati con ricopertura di seta ben incollata all'esterno e verniciata.

Per costruire un tubo, la prima operazione da eseguire è quella di tagliare il materiale nelle dimensioni che sono state calcolate a seconda dello sviluppo del tubo che si vuol fare, più l'orlo (di non meno di dieci millimetri) da sovrapporre lungo tutta la spirale per la commettitura. Tagliato il legno, si dovrà metterlo in acqua per ammorbidirlo e per poterlo curvare od attorcigliare senza rischio di spezzarlo. L'anima dovrà essere bene spalmata di sego, e su di essa si dovrà avvolgere il legno ancora bagnato.

Ad avvolgimento fatto, si dovrà legare il tutto con spago, o, meglio, fasciare con del nastro di tela. Si lasci quindi asciugare per circa sei ore, dopo di cui si potrà togliere lo spago, o la fasciatura: il legno, sia impiallacciatura che compensato sottile, sarà allora arrotolato ed infustito (fig. 43 e fig. 44). Si sfila quindi dall'anima e, su questa, dopo averla cosparsa nuovamente di sego, si rimonterà il legno spalmando di buona colla il lembo da sovrapporre. Si preferisca per questi lavori la colla a freddo. Infine si rifarà una nuova legatura, bene stretta, usando, preferibilmente, della fettuccia di tela.

Legato così il tubo sulla propria anima, si deve lasciare che la colla



Fig. 45.

asciughi, senza esporre il lavoro al sole o a qualsiasi altra fonte di calore artificiale. Dopo circa 24 ore, sciolta la fettuccia, si potrà togliere il tubo dell'anima facendolo scorrere sull'anima stessa: ciò non risulterà difficile se si sarà fatto uso del sego e se l'operazione dell'incollatura sarà stata fatta con la dovuta diligenza (fig 45).

Tolto il tubo dall'anima ed esaminato che il lavoro sia riuscito soddisfacente, si deve pulire l'anima dal sego e rimontarvi il tubo per procedere alla sua pulitura e alla rifinitura esterna, che dovrà essere eseguita con carta vetrata fina.

I bordi dei tubi dovranno sempre essere rinforzati con manicotti dello stesso materiale, ivi sovrapposti ed incollati (fig. 46), e così pure i punti nei quali dovranno essere fissati il carrello ed il pàttino di coda.

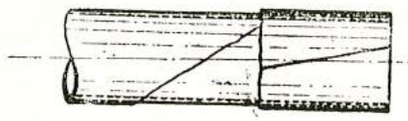


Fig. 46.

Spesse volte, a causa delle dimensioni del materiale che si adopera, non si può eseguire in un sol pezzo il tubo di lunghezza voluta: occorre, in tal caso, fare delle commettiture. Il modo più semplice è quello di sovrapporre alla giuntura un manicotto fatto con una striscia di legno, come per i rinforzi alle estremità (fig. 47). Altre volte, poichè certi tubi, per chi non abbia un grande laboratorio, sono ingombranti, o perchè così lunghi si trasportano disagevolmente, è necessario costruirli in più parti. In questo caso si incolla il manicotto su una sola delle parti del tubo, in modo da potere sfilare l'altra (fig. 48). Per non rischiare di danneggiare l'elastico motore si applichi sempre questo manicotto all'esterno.

Non è consigliabile verniciare i tubi (salvo quelli ricoperti di seta), perchè le fibre del legno si indurirebbero ed i tubi diverrebbero molto fragili e sarebbero soggetti a storcersi o a spezzarsi con grande facilità. Sarà bene, invece, spalmarli con olio di lino crudo. Poi, se si vuole renderli levigati

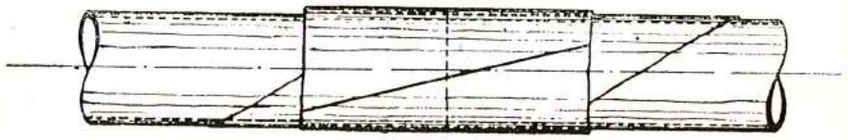


Fig. 47.

e lucidi, si strofinino lungamente, e sempre nello stesso senso, con un batuffolo imbevuto di gomma lacca e di spirito.

Quando i tubi-fusoliera sono smontati, devono essere tenuti infilati sulla loro anima, in modo che non abbiano a deformarsi o correre il rischio di essere schiacciati. Ripetiamo che la fusoliera a tubo è consigliabile soltanto ai costruttori che sono alle loro prime armi, o per costruzioni sperimentali o speciali. L'aeromodellista un po' esperto deve invece costruire i suoi apparecchi completi, con relativa fusoliera, come quella di tutti gli apparecchi veri.

La fusoliera è una trave traliccio la cui sagoma esterna è fatta a piacimento dal costruttore; ma ad ogni buon conto la forma deve essere sempre scelta in modo da ottenere una buona penetrazione.

Gli aeromodellisti non devono rifuggire dalla costruzione di fusoliere robuste, le quali, se eseguite seguendo scrupolosamente i dettami della tecnica, risulteranno anche relativamente leggere. Costruire una fusoliera è facile: il sistema è uguale a quello seguìto per costruire l'ala. Quindi, per noi che abbiamo già imparato a progettare e a costruire l'ala, il procedimento per progettare e costruire la fusoliera non presenterà complicazioni.



Fig. 48.

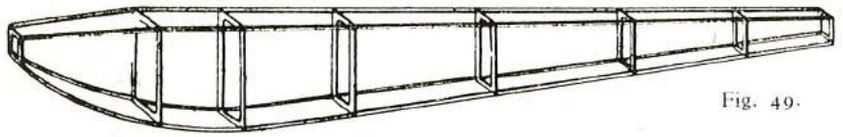


Fig. 49.

Per ciò che riguarda le forma è bene attenersi, in genere, a quella degli aeroplani veri. Le fusoliere possono essere di sezione quadrata, rettangolare, tonda, ovale, eccetera.

Disegnata una fusoliera nella sua vista longitudinale, o di fianco, si devono tracciare le sezioni trasversali che, costruite con materiale adatto e collegate fra loro con listelli correnti longitudinalmente, serviranno a dare e a mantenere la forma.

La suddivisione delle sezioni trasversali deve essere fatta in modo da non indebolire la costruzione: perciò è bene tener sempre presente che le fusoliere devono formare una parte rigida resistente in tutti i sensi, e che, se do-

vranno sopportare, senza tubo, lo sforzo dell'elastico motore, dovranno avere una maggiore rigidezza.

La parte della fusoliera che sopporta il maggiore sforzo è quella an-

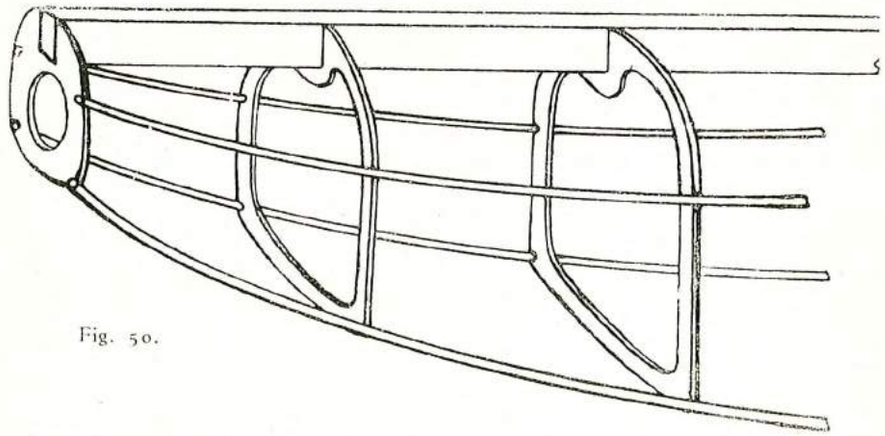


Fig. 50.

teriore dove si applicano l'ala, il carrello e l'elica. Quindi è necessario che le sezioni trasversali vengano collocate, nella parte anteriore, in maggior numero (e cioè più vicine fra loro) che non nella parte posteriore. Nella costruzione delle fusoliere si usa il legno compensato, ed anche il balsa, per le sezioni trasversali (o *diaframmi*), e legni di diverse specie (bosso, tiglio, pioppo, ecc.) per i listelli di collegamento delle sezioni. Eccovi la fig. 49 nella quale è rappresentata una fusoliera molto semplice, a sezione rettangolare composta di diaframmi collegati da listelli correnti.

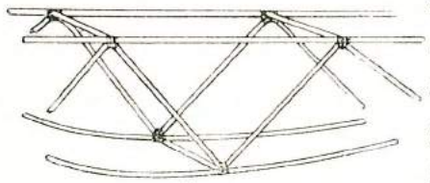


Fig. 51.

E' necessario che i diaframmi siano traforati in tutta la parte centrale:

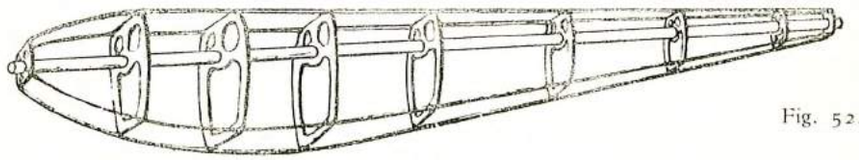


Fig. 52.

per il vuoto del traforo dovà passare il tubo, o la matassa di gomma. Nello stesso tempo, mediante il traforo, i diaframmi saranno più leggeri. Non riparleremo della costruzione, poichè, come si è detto, è la stessa cosa che costruire un'ala.

Ecco nella figura 50 un tipo di fusoliera costruita con diaframmi montati su una trave di forza costituita da un regolo rigido. Si tratta, come vedete, di una costruzione semplice e solida ad un tempo. I diaframmi di

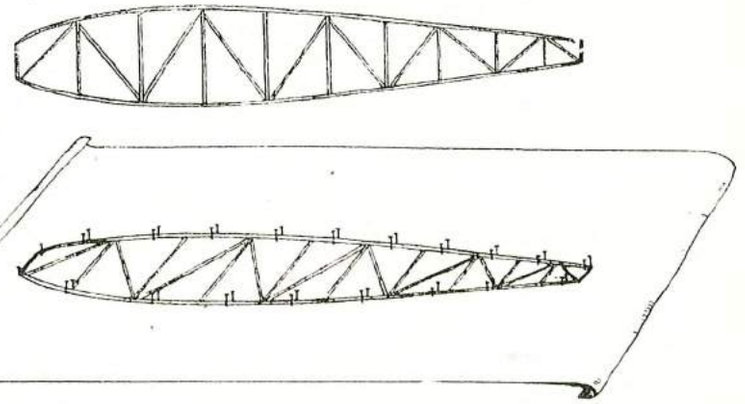


Fig. 53.

questo tipo di fusoliera, non dovendo sopportare che in minima parte gli sforzi di torsione, possono essere costruiti con materiali leggeri.

Un altro sistema per costruire fusoliere è quello di servirsi di bastoncini di legno (pioppo, bambù, canna d'India, ecc.) e di formare il traliccio collegando i listelli correnti, i montantini e le diagonali, in modo da ottenere la forma desiderata (fig. 51), seguendo lo stesso procedimento adottato per

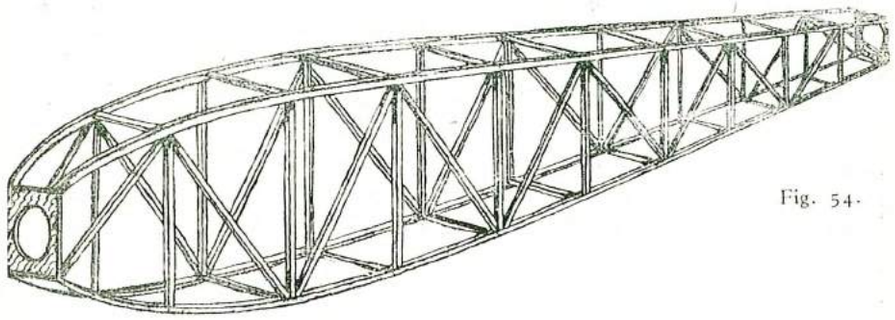


Fig. 54.

la costruzione delle cèntine con bastoncini di pioppo (v. pagg. 83 e 84). Per ottenere la piega delle diagonali si ricorre al solito sistema, cioè a quello di bagnare preventivamente i bastoncini in modo da poterli piegare senza spezzarli.

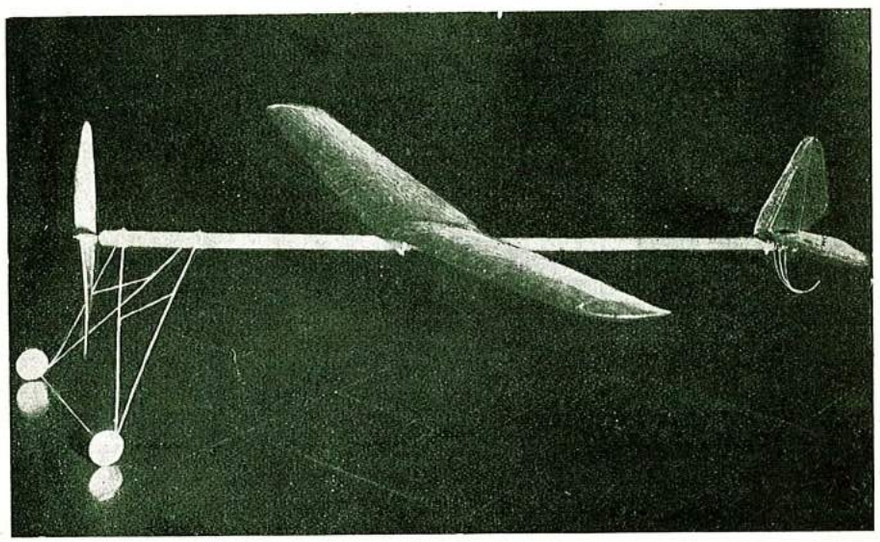
La commettitura ai listelli correnti va fatta con piccole e robuste le-

gature spalmate di colla. In tal modo è facile ottenere fusoliere leggerissime, ma di rigidezza, specie se si tratta di fusoliere un po' lunghe, non sufficiente a garantirne l'indeformabilità, quando verranno assoggettate allo sforzo dell'elastico-motore.

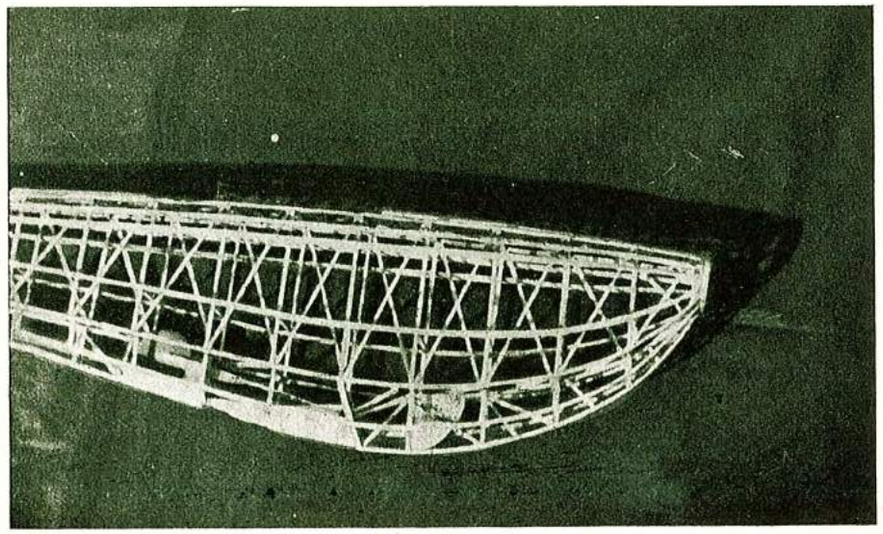
Altro sistema per costruire fusoliere è quello di montare i diaframmi su un tubo di costruzione leggera (fig. 52) entro il quale troverà posto la matassa di gomma. I diaframmi di questo tipo di fusoliera potranno essere ridotti al minimo di peso; anche i listelli correnti potranno essere di materiale leggero, poichè tutto lo sforzo per la tensione della matassa viene sopportato dal tubo.

Recentemente però si è venuta affermando la costruzione a diaframmi semplici o addirittura a traliccio. Questa costruzione è costituita da due fiancate costruite in listelli, per lo più di sezione quadrata, uniti fra loro da altri correntini in listelli (figg. 53 e 54). Questo sistema presenta il vantaggio di lasciare libera la matassa nell'interno della fusoliera, il che permette di adottare delle matasse di forte sezione senza preoccupazioni che abbiano ad aggrovigliarsi dentro il tubo che non è consigliabile costruire di diametro troppo grande a causa del forte aumento di peso.

Il sistema a diaframmi semplici montati su correntini è poi univer-



Un classico modello a tubo.



Una moderna fusoliera a traliccio con controventatura antitorsione (notare il carrello retrattile monoruota).

salmente usato per le fusoliere dei veleggiatori che non devono resistere alla compressione della matassa di gomma.

Le ossature delle fusoliere devono infine essere ricoperte. La ricopertura si fa, come per le ali, in carta, in tela o in seta, e qualche volta anche con sottilissimo legno compensato. La carta è sempre il migliore e il più economico rivestimento; però, dato che la copertura delle fusoliere è la più soggetta a venire a contatto con corpi che potrebbero produrre degli strappi, si consiglia di non adoperare carta sottile, ma pergamina robusta, o, meglio, addirittura tela o seta.

Anche il rivestimento delle fusoliere deve essere fatto con grande cura in modo che la carta sia ben tesa e divenga impermeabile all'aria onde offrire una minor resistenza all'avanzamento.

Si procede, perciò, come per il rivestimento dell'ala, e cioè: dopo aver bagnato la carta già montata sulla fusoliera, la si lascierà asciugare finchè si sarà tesa ben bene. Allora si vernicerà con l'apposita vernice impermealizzante.

GLI IMPENNAGGI

Negli aeromodelli gli impennaggi, o piani di coda, detti impropriamente timoni di profondità e di direzione, servono a mantenere l'equilibrio dell'apparecchio in volo, e non a variarlo; perciò si fanno, normalmente, fissi.

Il timone di profondità, o piano orizzontale, assicura la stabilità longitudinale ed ha la funzione di costringere il modello a ritornare in « linea di volo » quando perturbazioni atmosferiche ne provochino lo squilibrio.

Il timone di profondità è un organo fondamentale. Se è montato con incidenza errata rispetto alla linea di trazione, provoca la caduta dell'apparecchio. Difatti, se l'incidenza è fortemente positiva, l'azione dell'aria contro la sua superficie fa alzare troppo la coda della fusoliera, provocando la picchiata dell'apparecchio e perciò la caduta; se, invece, fosse fortemente negativa, il risultato sarebbe egualmente disastroso, perchè la coda della fusoliera verrebbe premuta verso il basso e il modello si impennerebbe provocando una forte diminuzione di portanza per mancanza di velocità e quindi l'inevitabile caduta.

Il timone di direzione, o piano verticale, dà al modello la stabilità di rotta.

Gli impennaggi sono formati dall'ossatura e dal rivestimento. Come

forma è bene copiare quella degli aeroplani veri; ma la superficie non è così facile da calcolare ed il più delle volte, specie se si tratta di modelli di nuovo progetto, si deve ricorrere a tentativi, sperimentando impennaggi di diversa grandezza.

Per stabilire la superficie dei piani orizzontali esistono moltissime formule, alcune semplici, altre complicatissime; la più esatta e, senza dubbio, la più comoda, è questa:

$$s = 1{,}02 \ \frac{S \times Cm}{M}$$

in cui s è la superficie dei piani di coda richiesta; S è la superficie alare; Cm è la corda media alare ed M è la distanza fra il centro di pressione alare ed il centro di pressione del piano di coda.

Esistono altre formule molto piu complicate, ma non risolvono il problema più di quella che abbiamo dato, poichè nella determinazione della esatta superficie dei timoni influiscono parecchi fattori, di cui l'aeromodellista non può assolutamente tener conto senza possedere speciali cognizioni matematiche e fisiche. Tuttavia, poichè le attuali norme della Federazione Aeronautica Internazionale consentono l'impiego di un piano orizzontale di superficie al massimo eguale a 1/3 di quella alare e tenuto conto che più grande è detto piano maggiore è la stabilità longitudinale, converrà adottare senz'altro la massima superficie consentita, e cioè 1/3 di quella alare.

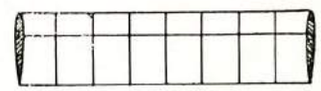


Fig. 55.





Molto si può dire invece sulla forma, sulla posizione e sulle altre caratteristiche che un piano di coda deve avere. Per la forma valgono le stesse considerazioni fatte per l'ala, tenendo presente che per piccoli modelli conviene usare piani di coda rettangolari che permettono di non impicciolire troppo le corde delle cèntine. Ad ogni modo le figure 55 e 57 dànno alcuni esempi delle forme più usate.

Molto importante è la posizione dei piani orizzontali rispetto al modello: in nessun caso la distanza del loro C.P. da quello alare dovrà essere

inferiore a 3 volte la corda media alare, altrimenti la superficie occorrente dovrebbe essere molto forte e l'effetto stabilizzante sarebbe compromesso. In senso verticale è bene che si trovino sempre distanti dall'ala e possibilmente di sotto di essa, perchè possano lavorare in aria vergine, cioè non turbata dalla scia dell'ala stessa (fig. 56).

I profili usati per gli impennaggi orizzontali sono normalmente dei biconvessi simmetrici, di spessore massimo inferiore a quello del profilo alare; nel caso però dei modelli a motore a matassa elastica o di alcuni modelli a motore a scoppio surpotenti, si usano generalmente dei profili portanti, cioè piano convessi o concavi convessi o biconvessi asimmetrici, e questo perchè la grande potenza iniziale fornita dalla matassa provocherebbe altrimenti una forte cabrata iniziale con conseguente perdita di velocità e

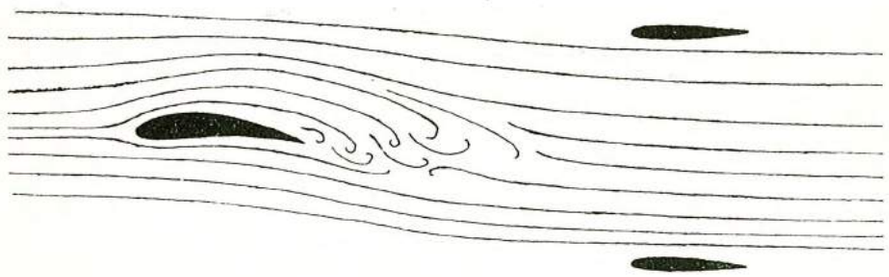
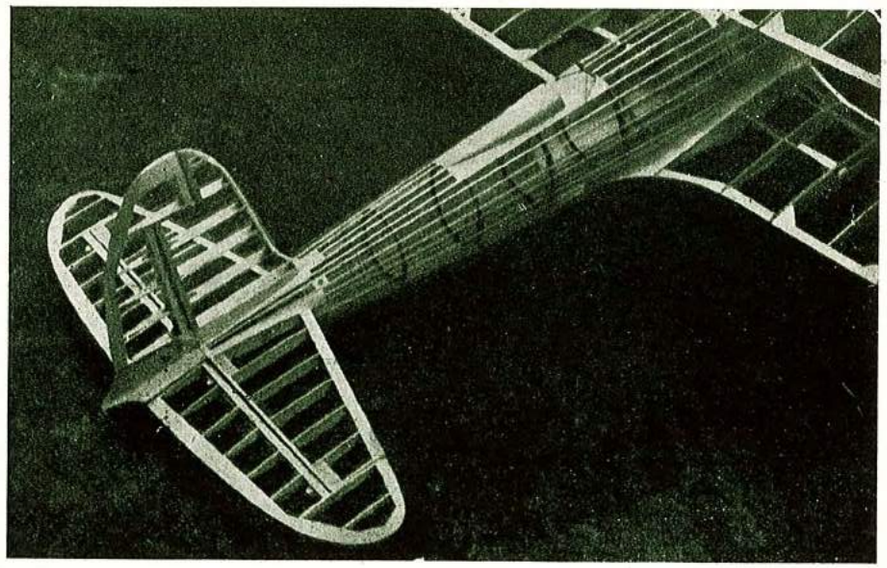


Fig. 56.

scassatura inevitabile. L'adozione dei piani di coda portanti, invece, permette una salita regolare anche con forti potenze, poichè ad ogni aumento di velocità, causato dall'eccesso di potenza, corrisponde un aumento di portanza della coda e quindi un effetto picchiante che tende a frenare la cabrata del modello.

In via di massima, però, si può dire che un profilo biconvesso simmetrico bene scelto e ben calettato rispetto all'ala possiede un effetto stabilizzante maggiore, in quanto corregge ugualmente bene sia la cabrata che la picchiata. I piani di coda portanti o deportanti, invece, correggono meglio, rispettivamente, la cabrata o la picchiata, ma correggono male le evoluzioni inverse.

Il complesso degli impennaggi comporta anche un timone di direzione,



Gli eleganti impennaggi, con superfici di comando mobili, di un modello costruito per studi d'acrobazia. Costruzione interamente in balsa.

o verticale, che dovrà anch'esso essere accuratamente dimensionato, poichè un timone troppo grande farebbe picchiare il modello ad ogni virata a causa dell'inversione di comando, ed un timone troppo piccolo non avrebbe alcun effetto sulla stabilità laterale del modello.

Anche qui esistono numerose formule più o meno complicate, ma la più semplice è la seguente:

$$sd = 0{,}35 \ \frac{S \times Cm}{M}$$

dove *sd* è la superficie cercata del timone, 0,35 è un fattore di proporzionalità, *S* è la superficie alare, *Cm* è la corda media alare ed *M* la distanza fra il C.P. dell'ala e quello del timone di direzione.

Nel caso che l'ala sia, in pianta, a freccia positiva, o negativa (v. pag. 89) la superficie trovata dovrà essere diminuita o aumentata di una quantità data dalla seguente formula:

$$sd' = \frac{F}{A}$$

in cui *sd'* è la superficie che deve essere sottratta, o oddizionata, *A* è l'apertura alare, ed *F* la freccia del centro di pressione in % dell'apertura alare: cioè la distanza del C.P. dell'ala intera dal punto più avanzato o più arretrato della linea di pressione, divisa per l'apertura alare (v. pag. 89). In un primo tempo il timone di direzione, potrà però essere costruito con una superficie pari ad 1/10 di quella alare, salvo a diminuirne o ad aumentarne le superfici in base alle esperienze pratiche di volo. In particolare, se il modello tende a virare facilmente, allorchè per una qualsiasi causa esterna venga inclinato e stenti poi a rimettersi dalla virata e a ritornare nella posizione diritta, dimostrando anche tendenza a picchiare, ciò vuol dire che il timone ha una superficie troppo grande ed è perciò necessario ridurla. Si può controllare il comportamento del modello lanciandolo inclinato fortemente su di un lato. Quindi, se necessario, si ridurrà la superficie del timone di direzione finchè il modello mostri tendenza a rimettersi prontamente dritto, dopo aver deviato dalla direzione iniziale appena di qualche grado.

Nel caso che il timone di direzione venga sdoppiato in due, come si usa per particolari modelli, la superficie data dalla formula deve essere aumentata del 25 % e quindi divisa per due, per ottenere la superficie di ciascun timone (deriva).

I profili da usare sono i biconvessi simmetrici che, nel caso siano usati

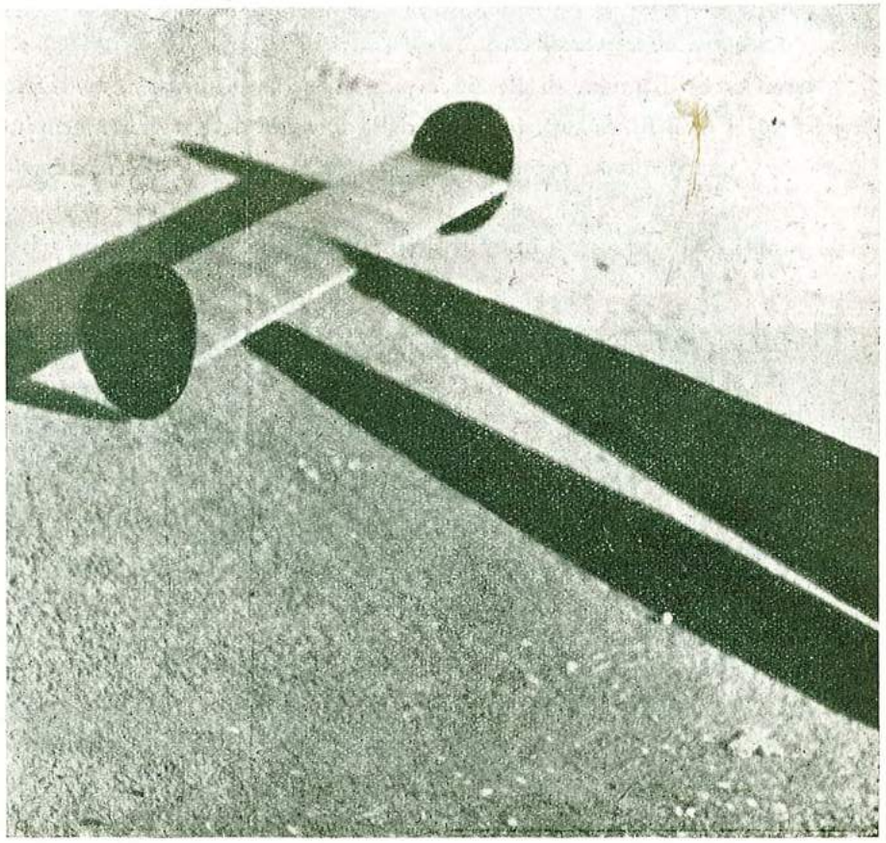
Un singolare tipo di impennaggio a doppia deriva.

anche per il piano orizzontale, dovranno essere unici per tutti gli impennaggi.

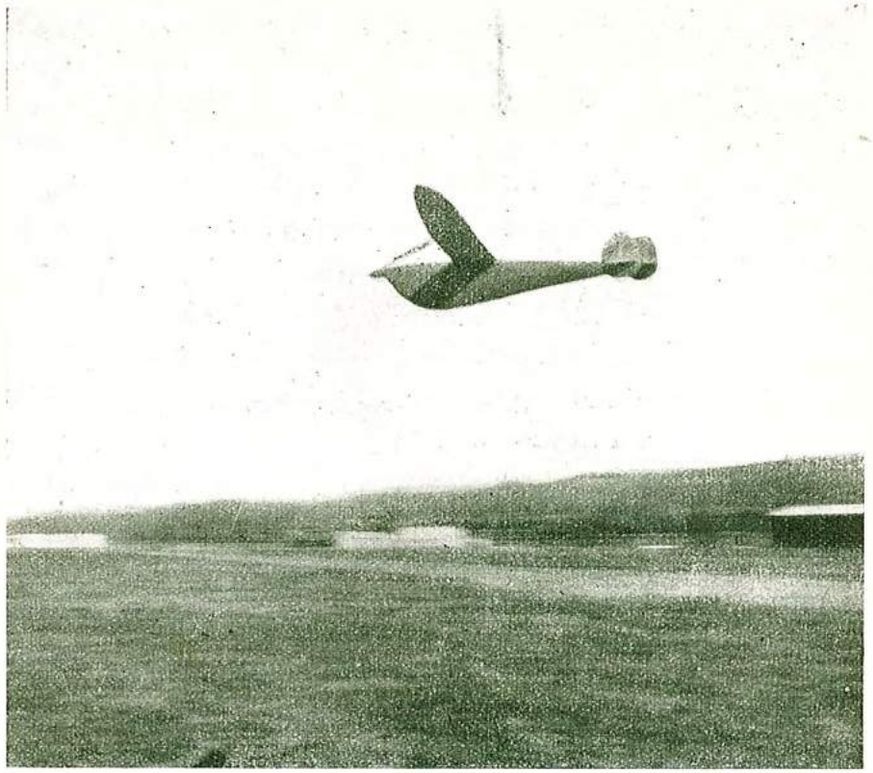
Come per i piani portanti, le ossature (scheletri) degli impennaggi sono costituite da cèntine e da longheroni.

Le cèntine sono gli elementi di forma e i longheroni quelli di forza. Il contorno si divide in due elementi: bordo d'entrata e bordo d'uscita.

In quanto al procedimento da seguire nella costruzione degli impennaggi è quello stesso che abbiamo seguìto per la costruzione dell'ala. Si fa il disegno in pianta, determinandone la forma e le dimensioni, indi si stabiliscono la posizione e la quantità delle cèntine, che dovranno essere nel maggior numero possibile, e dei longheroni. Scelto il profilo, se ne fa il disegno in proporzione alla lunghezza della corda di ogni cèntina.



Un modello di impennaggio a doppia deriva (Tione).



Modello con doppio timone di direzione. In questo caso la doppia deriva fornisce al modello due punti d'appoggio in coda, mentre il terzo punto d'appoggio è dato dall'unica gamba del carrello retrattile (Travagli).

Gli impennaggi, sia orizzontali che verticali, si costruiscono ognuno per proprio conto, su un piano di montaggio, e si uniscono dopo aver costruito le strutture.

Nella costruzione degli impennaggi bisogna ottenere la maggiore leggerezza possibile, e ciò per facilitare il centramento dell'aeromodello.

Gli impennaggi di piccolissime dimensioni possono essere costituiti dal solo contorno in tondino di pioppo, o giunco, o filo di acciaio fino, con qualche traversino per assicurarne l'indeformabilità.

Senza centinature che diano un profilo, l'effetto stabilizzante è minore e l'avanzamento maggiore: perciò la centinatura è sempre consigliabile anche se ciò comporta un piccolo aumento di peso.

E' consigliabile eseguire il contorno degli impennaggi in tondino di piop-

po o giunco, o, meglio ancora, in compensato. Nel caso che essi siano di grandi dimensioni si può costruire il bordo d'uscita con listelli opportunamente sagomati come per l'ala.

La commettitura delle strutture dei due piani non può costituire una difficoltà per il costruttore, poichè basta disporre bene lo scheletro del timone verticale sull'asse di simmetria di quello orizzontale, e fissarlo, rispetto al piano di questo, perfettamente perpendicolare.

Nemmeno le operazioni di montaggio sono difficili: basterà eseguire incollature e legature, od anche leggère saldature, a seconda dei materiali che si sono impiegati.

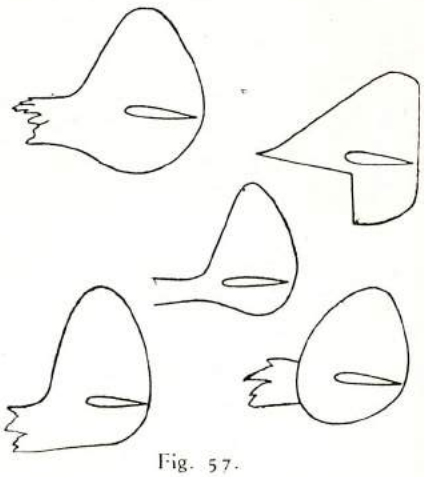


Fig. 57.

Il rivestimento si eseguisce come per le ali, con carta, o tela, o seta. In ogni caso è necessaria la verniciatura, per rendere il rivestimento, come oramai sapete, impermeabile all'aria.

Gli impennaggi devono risultare molto rigidi e assolutamente privi di svergolature, perchè non abbiano a vibrare in volo per l'effetto della corrente d'aria e perchè le svergolature provocano degli squilibri.

Del montaggio e del fissaggio degli impennaggi sulla fusoliera tratteremo più avanti.

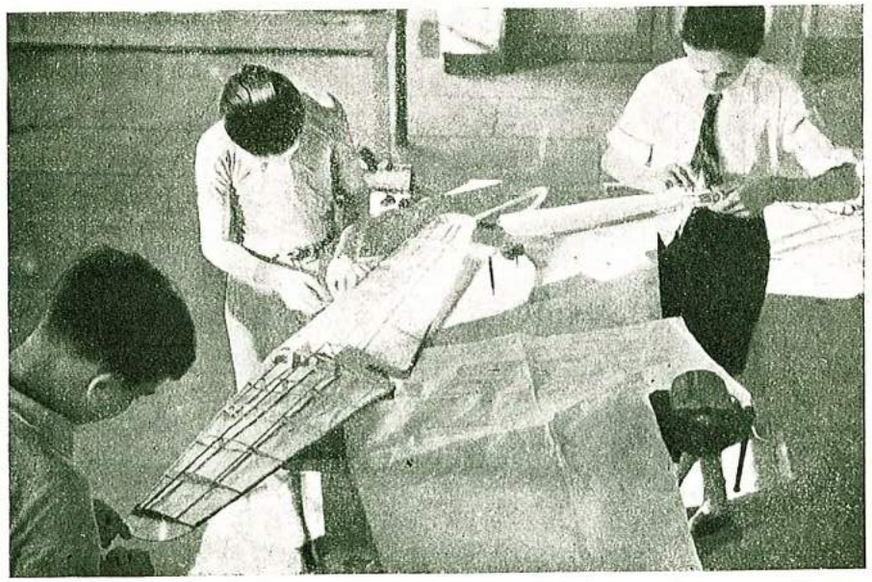
RICOPERTURA

E' ormai assodato che la finitura, in un modello, incide almeno per una buona metà sul risultato finale. Ciò nonostante molti, moltissimi aeromodellisti costruiscono male e ricoprono peggio. Colpa principale è la fretta, nemica delle cose ben fatte. La costruzione dell'ossatura magari va avanti piano, ma una volta finito lo scheletro, la fretta di veder volare il modello fa commettere tutta una serie di errori.

La ricopertura è forse la parte più difficile anche perchè richiede la dose maggiore di pazienza. Infatti si può imparare a costruire bene in poco tempo; ma per imparare a ricoprire occorrono dei mesi: a qualcuno addirittura degli anni.

Si ricordi, però, che se si desidera la copertura perfetta, deve essere costruito bene prima di tutto il modello, chè anche il tipo di struttura incide sui risultati: per esempio, è difficile ricoprire superfici che abbiano longheroni, o comunque strutture affioranti in senso trasversale al moto. E' più facile insomma ricoprire un'ala avente i longheroni interni, che non una che li abbia affioranti, specialmente se sul dorso.

Oltre poi alla maggiore difficoltà di ricopertura, tali sistemi costruttivi presentano anche una maggior resistenza all'avanzamento dovuta alla



Le ali si cominciano a ricoprire sempre dal ventre.

discontinuità delle curve che delimitano le superfici, in quanto la carta, o la seta di ricopertura, tendono fra centina e centina o fra ordinata e ordinata a seguire la linea più breve, cioè una retta, formando così quella antipaticissima avvallatura che falsa i profili e rovina l'andamento della vena fluida. Si deve perciò, prima di tutto, badare che il tipo di costruzione adottato sia facilmente ricopribile. Sarà bene quindi costruire l'ala con il longherone interno, e dare alla fusoliera una sezione poligonale: se, per esempio, si vuol costruire una fusoliera circolare con otto listelli, basterà rendere rettilinei gli archi di cerchio fra un listello e l'altro; ne risulterà un cerchio stilizzato in un ottagono regolare, molto più facile a ricoprire e che non creerà sporgenze o gobbe di sorta.

Le strutture, che vanno ricoperte in seta, devono presentare una resistenza superiore alle altre, poichè devono sopportare la tensione, non indifferente, di questo materiale. Un semplice listello rotondo di pioppo, di 2 mm. di diametro, per esempio, si flette sotto la tensione quando i suoi punti di appoggio distano più di 6 o 7 cm. fra loro.

Supponiamo dunque di avere a nostra disposizione un modello ben costruito, e vediamo come lo si può ben ricoprire.

Dobbiamo per prima cosa stabilire il tipo di ricopertura: in carta e di che tipo, o in seta, o in impellicciatura di pioppo, o di balsa. Se si tratta di un modello elastico, si può usare tutta carta, qualora la fusoliera abbia sufficiente resistenza alla torsione: altrimenti sarà bene ricoprire questa in seta, perchè bisogna ricordare che la ricopertura ha una parte importante nella resistenza totale del modello.

Per un veleggiatore occorre senz'altro la seta per la fusoliera, che essendo sprovvista di carrello, è costretta a sopportare tutti gli urti e tutti gli strappi, mentre per l'ala la seta deve essere usata solo nel caso eccezionale di un modello molto grande, assai robusto e pesante. In Germania si usa spesso ricoprire l'ala in seta, mentre da noi tale uso è molto limitato.

I tipi di ricopertura a base di legno devono essere usati solo in caso eccezionale, per tipi di fusoliere a semi-guscio o a guscio completo, o per ali con il bordo d'attacco resistente.

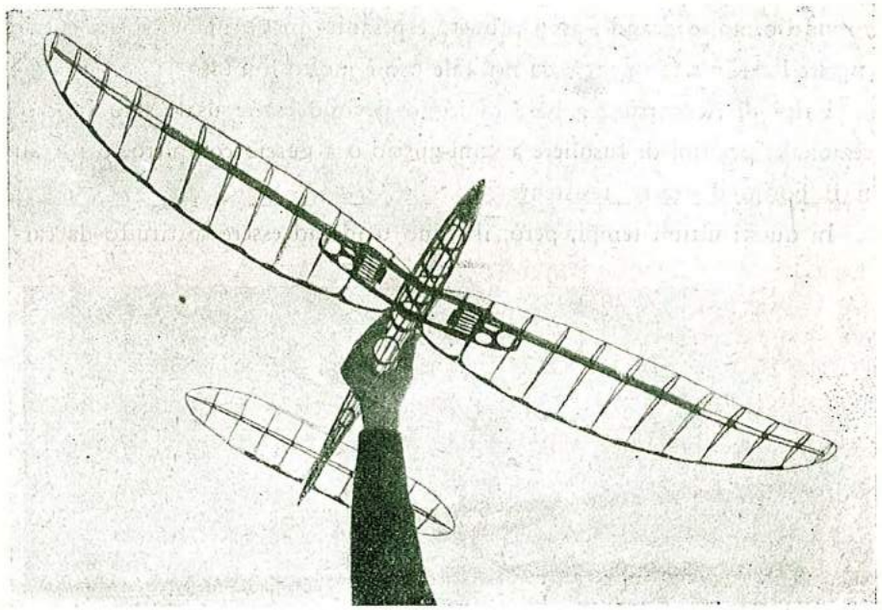
In questi ultimi tempi, però, il legno tende ad essere sostituito da car-



Le ultime operazioni per il rivestimento di un'ala.

toncino, del tipo così detto bachelizzato, che offre, a parità di peso, una superficie più pulita e una maggiore resistenza agli agenti atmosferici, unita ad una maggiore facilità di lavorazione.

Quando si usa la carta, si deve scegliere, in rapporto alle strutture, la carta adatta. La scelta non è facile a causa del grande numero di tipi esistenti e perchè tale scelta è sovente fortemente influenzata dalle preferenze del costruttore. Le varietà di carta per modelli che si possono considerare fondamentali sono quattro.

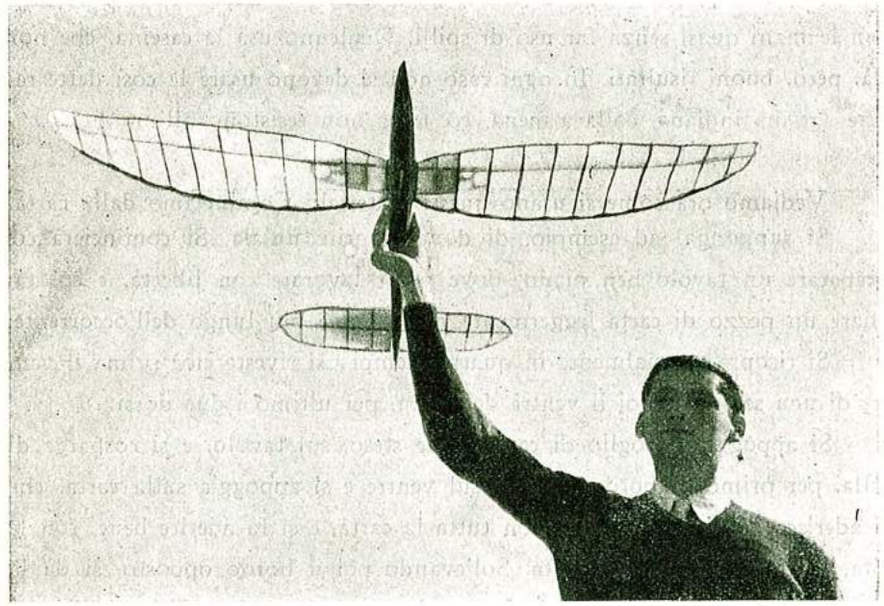


Lo scheletro di un elegante veleggiatore prima del rivestimento

La carta velina, o da fiori che alcuni chiamano erroneamente carta seta, e la carta pergamina od oleata, sono i due tipi che hanno, fino adesso, dominato il campo, essendo usate la prima per le ali e la seconda per le fusoliere. Ma l'evoluzione della tecnica aeromodellistica ha portato all'uso di altre due carte, cosicchè quelle sono rimaste indietro ed ora sono usate solo dai principianti o da chi voglia spender poco e trovare il materiale sul posto, poichè tali tipi si possono trovare in quasi tutte le cartolerie.

I due tipi che incontrano ora il maggior favore degli aeromodellisti sono

la carta per duplicatori, in rotoli, alta circa 30 cm., e che si trova solo nei colori bianco e giallo: adatta a tutto, ma particolarmente per le piccole fusoliere e per le grandi ali, e la carta seta giapponese, che molti, erroneamente, chiamano carta piuma. Quest'ultima è, purtroppo, anche rara. Presenta la particolarità, rispetto agli altri tipi, di possedere una fibra nel cui senso la carta si apre più facilmente, mentre trasversalmente presenta una resistenza elevatissima, superiore a qualsiasi altra carta. In Italia si trova soltanto nel colore bianco; è leggerissima ed elastica ed è l'amica dei principianti perchè, per merito della sua composizione, difficilmente fa le grinze.



Lo stesso veleggiatore della pagina precedente completamente rivestito.

La seta deve essere del tipo leggerissimo che in commercio va sotto il nome di *foulard*. Si può usare anche seta artificiale. Si deve però notare che questa, essendo a base di cellulosa, viene indebolita e qualche volta trinciata dalle vernici tenditela, che contengono, tra l'altro, degli energici solventi della cellulosa.

Le colle in uso, per tutti questi materiali, non sono molte: le più usate per la carta sono: la colla all'amido (coccoina) e la gomma arabica, la quale ultima non deve però essere acquistata sotto la forma di quelle bot-

tigliette così dette « per ufficio », ma deve essere in polvere e preparata dal costruttore stesso con un po' d'acqua, circa in parti uguali. Il liquido che ne risulta deve essere piuttosto denso e non brodoso, come usano certi aeromodellisti, e come è appunto quello delle bottigliette in questione poichè, in tal caso, la colla spande, creando bruttissime sbavature trasparenti attorno all'elemento incollato.

In nessun caso si deve usare caseina, od altra colla da legno, che irrigidisce le strutture e mangia il colore della carta.

Per la seta l'adesivo più adatto è senza dubbio il collante cellulosico, che, data la rapidità di essiccamento, permette di tenere in tensione la seta con le mani quasi senza far uso di spilli. Qualcuno usa la caseina, che non dà, però, buoni risultati. In ogni caso non si devono usare le così dette resine (resina indiana, colla armena, ecc.) che non resistono all'umidità.

Vediamo ora come si usano questi materiali. Cominciamo dalla carta.

Si supponga, ad esempio, di dover coprire un'ala. Si comincierà col preparare un tavolo ben piano, dove poter lavorare con libertà, e col tagliare un pezzo di carta leggermente più largo e più lungo dell'occorrente.

Si ricopre normalmente in quattro tempi: si riveste cioè prima il ventre di una semi-ala, poi il ventre dell'altra, per ultimo i due dorsi.

Si appoggia il foglio di carta, bene steso, sul tavolo, e si cosparge di colla, per primo, il bordo d'uscita sul ventre e si appoggia sulla carta, che vi aderisce: si rialza poi l'ala con tutta la carta, e si fa aderire bene, con le dita, la carta al bordo d'uscita. Sollevando poi il bordo opposto, si dà la colla al ventre delle cèntine, badando che sia bene spalmata, in modo che la carta non abbia a staccarsi falsando il profilo. Si fa aderire la carta su ogni elemento, passandovi sopra con un dito. Per ultimo si incolla la carta sul bordo d'entrata, badando bene che non faccia grinze. La carta che avanza si rifila con una lametta da rasoio. La stessa operazione si ripete per il dorso, e la prima semi-ala è pronta. Basterà rifare la stessa operazione sull'altra semi-ala.

Terminata la copertura, si deve bagnare la carta, perchè, una volta essiccata, si tenda. Non si tratta però di immergere l'ala in un bagno o di ridurla un panno nel bucato come fanno alcuni; ma solo di inumidirla. Il

sistema migliore è quello di usare uno spruzzatore, del tipo di quelli per acqua di colonia, o per la polvere insetticida: meglio di tutti si prestano gli spruzzatori così detti da inalazioni, con soffietto a doppia palla che assicura un flusso costante. Chi non abbia a disposizione nulla di simile, può usare un batuffolo di ovatta umido, e strofinarlo sulla carta, ma con molta delicatezza, chè la carta umida è debolissima.

Una volta bagnata, l'ala va messa su una superficie piana e lasciata asciugare sotto qualche cosa di pesante. Il sistema migliore è quello di appoggiare una riga da disegno sul bordo d'entrata ed una sul bordo d'uscita, e fermarle con dei libri o con altri pesi. Durante questa operazione, si deve aver cura di non schiacciare troppo le strutture, per non provocare deformazioni pericolose. Quando le superfici sono ben asciutte, cioè dopo due o tre ore, poichè l'essiccazione non deve mai essere accelerata artificialmente, si procede alla verniciatura. Come prima mano, su qualsiasi carta, si può usare della emaillite, diluita con acetone in parti uguali, che sia però di buona qualità perchè non lasci striature. Come seconda, si può usare una qualsiasi vernice a finire trasparente colorata, sia alla nitrocellulosa, sia a spirito, che renda lucide le superfici. Per le fusoliere la lavorazione è la stessa, con la differenza che, dopo la copertura di una superficie, se ne deve coprire la simmetrica, per evitare svergolamenti.

Le fusoliere a sezione non regolare vanno logicamente ricoperte a spicchi con molta pazienza.

Quando si usa la carta seta, si deve badare che la fibra sia nel senso della lunghezza, altrimenti al minimo urto la carta si spacca.

La copertura in seta è più complicata e richiede maggiore abilità, ma dopo qualche prova, si riesce ad eseguire un lavoro soddisfacente.

Come per la carta, si comincia col tagliare un pezzo di stoffa un po' più grande della parte da costruire. Se si tratta di una fusoliera, a sezione quadrata o rettangolare, si ricopre, normalmente, una faccia per volta; se la sezione è ellittica, si può ricoprire addirittura in due parti, eseguendo le giunture sul listello superiore e su quello inferiore. In nessun caso la ricopertura deve essere fatta di un pezzo solo, perchè la fibra deve essere sempre parallela alle strutture. Si comincia col fissare la stoffa sull'ultima ordinata, con un po' di collante, ed appena questo è asciutto, si tira la seta verso il naso,

con molta cura, e vi si incolla per circa un centimetro. Appena vi aderisce, ci si assicura che la tensione sia perfetta, e quindi s'incolla il tessuto sulla rimanente parte del naso. Ciò fatto, s'incolla il tessuto, tenendolo leggermente, sui correnti longitudinali. Non occorre incollare le ordinate e gli eventuali listelli intermedi, poichè basta a questo scopo l'emaillite, che, opportunamente diluita, si spalmerà con un pennello morbido.

E' bene, appena coperto uno spicchio, coprire il simmetrico, per evitare svergolature. Ultimato il rivestimento, si rifila il tessuto eccedente e si lascia asciugare il collante per qualche ora, dopo di che si può passare l'emaillite come abbiamo detto. Dopo aver passata la vernice tenditela, è bene aspettare un giorno, prima di dare qualsiasi vernice a finire, perchè la seta si possa tendere completamente. Come vernici a finire si possono usare, e sono consigliabili, le vernici alla nitrocellulosa a rapido essiccamento. Non si prestano gli smalti, perchè si irrigidiscono e si screpolano. Le ricoperture in materiali rigidi, come il legno ed il cartone, rientrano nel campo delle strutture, poichè hanno sempre funzione resistente.

Per coprire un bordo d'attacco, per esempio, si taglia una striscia di materiale di adatte dimensioni e si applica sulle strutture precedentemente cosparse di colla a freddo, se si tratta di legno, o di collante, se si tratta di balsa o di cartone, e vi si tiene aderente con una fasciatura di garza, o di fettuccia. Se il pezzo da coprire presenta una curvatura molto accentuata, si può bagnare l'impellicciatura, ma solo dal lato esterno alle curve, in modo che si accartocci automaticamente. La stessa operazione si fa per le fusoliere.

L'ELICA

La costruzione dell'elica, la quale è uno degli elementi più importanti degli aeromodelli a motore, richiede un lavoro di precisione. Quindi l'aeromodellista deve prestare molta cura a ciò che fa e deve lavorare con pazienza e intelligenza.

La scelta dell'elica è della massima importanza, e ben difficilmente, salvo per chi ha grandissima pratica o cognizioni di studio speciali, si riesce con una prima costruzione ad ottenere un buon risultato.

Troppe volte un buon aeromodello vola male a causa delle deficienze e delle imperfezioni dell'elica. Spesso il diametro errato, il passo non appropriato alla velocità dell'apparecchio, sono cause che impediscono il volo o lo rendono imperfetto, con dondolio e con false inclinazioni, che sono sempre causa di improvvise picchiate con inevitabili cadute, non sempre sopportate dalle delicate strutture dei modelli.

Un'elica funziona ruotando nell'aria come una vite entro la propria madrevite. L'elica, quindi, può essere considerata come una porzione di vite che, ruotando, si avvita nell'aria avanzando, ad ogni giro, di un certo spazio lineare chiamato passo della vite (fig. 58). Per analogia, un'elica che ruota nell'aria, che le fa da madrevite, avanza ad ogni suo giro di una quantità lineare chiamata *passo dell'elica* (fig. 58).

Consideriamo un'elica che ruota di un giro avanzando col proprio passo: l'estremità della pala descriverà (fig. 59) sulla parete del cilindro, che ha il diametro uguale a quello dell'elica, una linea (che nella figura è

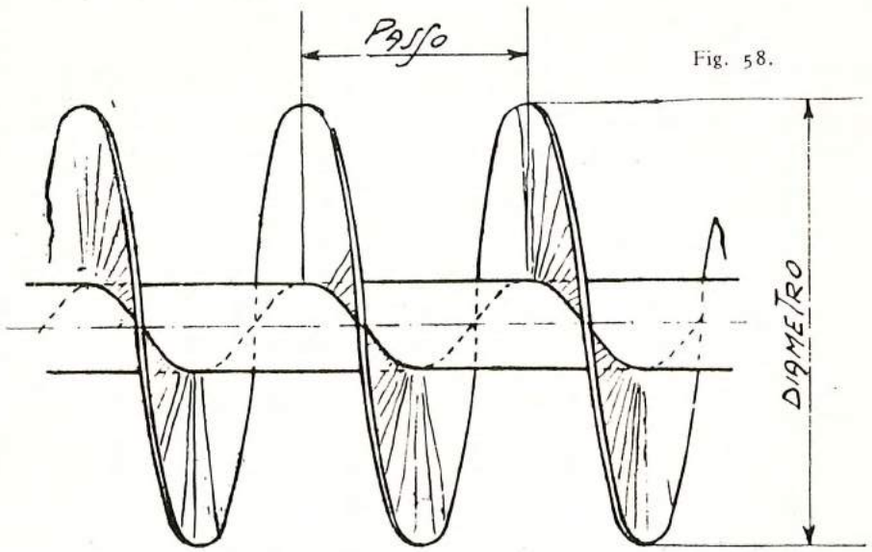


Fig. 58.

tratteggiata) detta appunto, in linguaggio geometrico, elica.

Se svolgiamo la superficie del cilindro, si ottiene un rettangolo, e la linea tratteggiata ne risulta la diagonale. L'angolo che essa fa con il lato più lungo del rettangolo, il quale è uguale alla lunghezza della circonferenza del disco dell'elica, è l'angolo del passo; cioè, esso rappresenta l'incidenza che dovrà avere la pala in quel punto per avanzare ad ogni giro di una quantità uguale al passo (fig. 60).

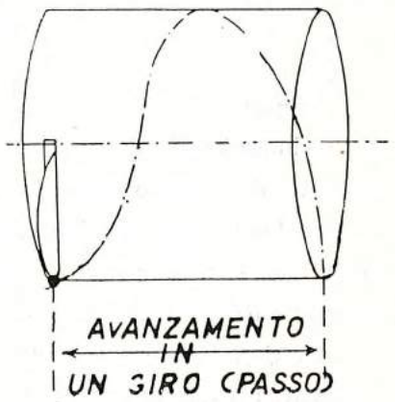


Fig. 59.

Il passo che abbiamo così determinato si dice *passo geometrico* o *teorico* dell'elica, ben diverso dal passo reale, in quanto l'elica di propulsione, così come noi l'intendiamo, possiede in sezione un certo spessore, che dà luogo in ogni punto della pala ad un profilo analogo a quello di un'ala, e poichè per i profili alari si può assumere la corda per definire l'incidenza, così si

potrà fare lo stesso per le sezioni dell'elica; ma poichè la corda di un profilo è un riferimento convenzionale, sarà convenzionale il passo determinato con questo sistema.



Fig. 60.

Per i costruttori di modelli è però impossibile determinare il passo reale: nel calcolo si assumerà quindi come riferimento la corda del profilo della pala.

Poichè abbiamo paragonato la pala d'elica ad un'ala, diremo pure che, come l'ala, essa incontra ruotando una certa resistenza all'avanzamento. Inoltre, mentre l'elica avanza nell'aria, la colonna fluida, nella quale essa si

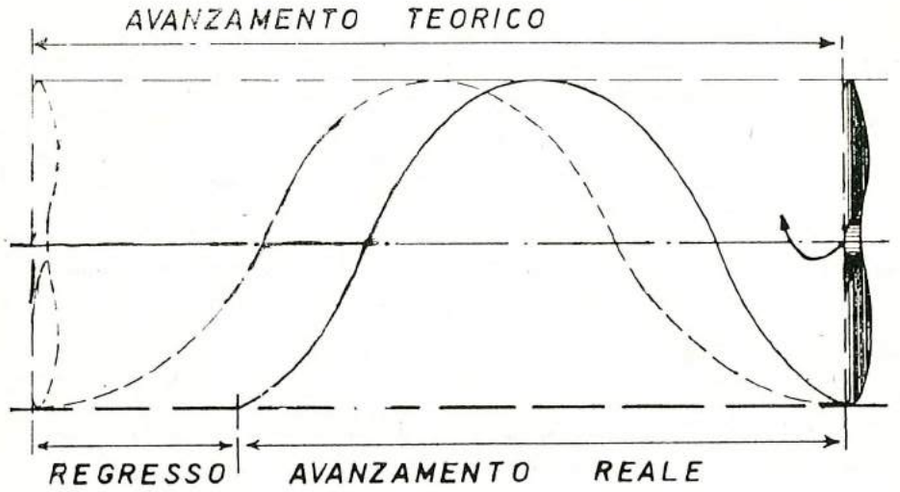


Fig. 61.

muove, retrocede: l'avanzamento dell'elica, rispetto al fluido circostante, è perciò minore del suo passo (fig. 61).

Questa differenza tra avanzamento teorico e avanzamento reale si

dice *regresso dell'elica* ed è di circa il 25-30% dell'avanzamento teorico.

Per i modelli tale regresso non viene preso in considerazione. Si può così misurare, con sufficiente approssimazione, lo spazio percorso dal modello in base al numero dei giri della sua elica.

Vi sono due specie di eliche: *trattive* e *propulsive*. Si chiama *elica trattiva* quella destinata a lavorare trascinandosi dietro l'apparecchio, cioè posta sulla parte anteriore dell'aeromodello. Si chiama invece *elica propulsiva* quella posta nella parte posteriore e che lavora spingendo l'apparecchio.

Vi possono essere eliche che girano a destra (*destrorse*) ed eliche che girano a sinistra (*sinistrorse*): destrorse sono quelle che, guardate nel senso del moto dell'apparecchio, ruotano da sinistra verso destra o nel senso delle lancette dell'orologio; sinistrorse sono invece quelle che, sempre guardate nello stesso senso del moto dell'apparecchio, ruotano in senso opposto, ossia da destra verso sinistra.

Prima di costruire un'elica occorre farne il disegno; ma prima ancora di farne il disegno, occorre conoscere i dati dell'elica stessa, ossia le caratteristiche richieste dal modello cui deve servire.

Parecchi aeromodellisti, anche esperti, costruiscono modelli di buone qualità; ma non sanno ancora su quale base definire il diametro e il passo che dovrà avere l'elica del loro apparecchio. Molti ottengono il diametro dividendo senz'altro l'apertura alare per tre, e stabiliscono il passo a caso, più o meno grande, secondo rapporti e considerazioni personali, ricavate da chi sa quali deduzioni e ragionamenti. Questi aeromodellisti sbagliano perchè, adottando la loro elica costruita a caso, si trovano, nella migliore delle ipotesi, a dover usare una potenza non appropriata alle qualità aerodinamiche del loro modello.

Per stabilire *a priori* il diametro dell'elica in proporzione alle altre parti dell'apparecchio, non si ha, fino ad ora, una vera e propria regola. Però una formula assai semplice che può essere usata e che è basata sull'apertura alare, è la seguente:

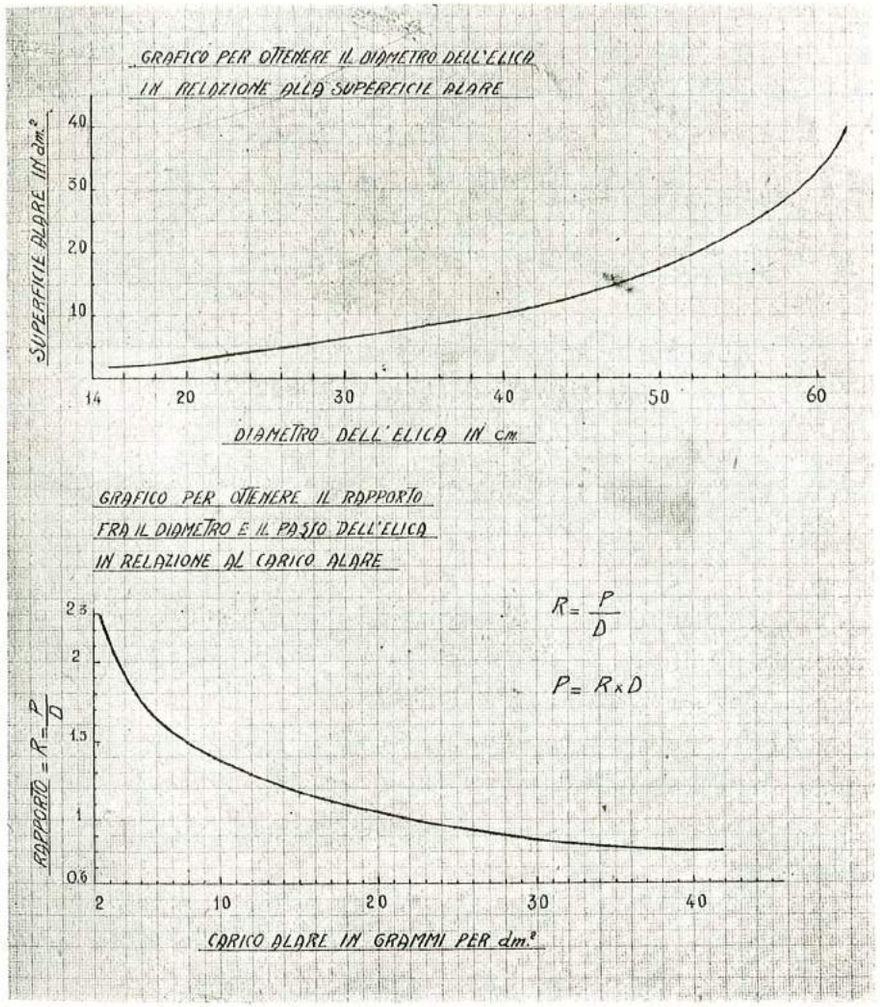
$$D = \frac{L}{2{,}5} - \frac{L^2}{30}$$

in cui D è il diametro dell'elica che si cerca, ed L è l'apertura alare, considerando D e L espressi in metri.

Questa formula può servire per modelli con ali normali, di allungamento intorno a 7 e di apertura da un metro sino a metri 1,80.

Esiste però un metodo grafico che è assai più giusto, perchè ricavato dall'esperienza pratica, che basa la ricerca del diametro dell'elica in funzione della superficie portante dell'apparecchio. Con il metodo esposto nella tavola qui sotto, mediante un grafico di semplice consultazione, si ottengono i diametri di elica più appropriati.

Sulla verticale del grafico è segnata una scala che va da zero a 40:



questa scala corrisponde alle diverse superfici alari espresse in decimetri quadrati, comprese progressivamente fra zero e 40 dmq. Sulla orizzontale è riportata un'altra scala, che va da 14 a 60 e che corrisponde ai diversi diametri di eliche, espressi in centimetri, e compresi progressivamente fra 14 e 60 cm.

Ora, per imparare a servirsi di questo grafico, immaginiamo per esempio di dover calcolare il diametro dell'elica di un aeromodello monoplano monomotore, con profilo alare normale e con superficie portante di dieci decimetri quadrati: una retta orizzontale, passante per il punto 10 della scala verticale delle superfici, incontrerà la curva del grafico in un punto, dal quale, facendo scendere una verticale sulla scala dei diametri si deter-

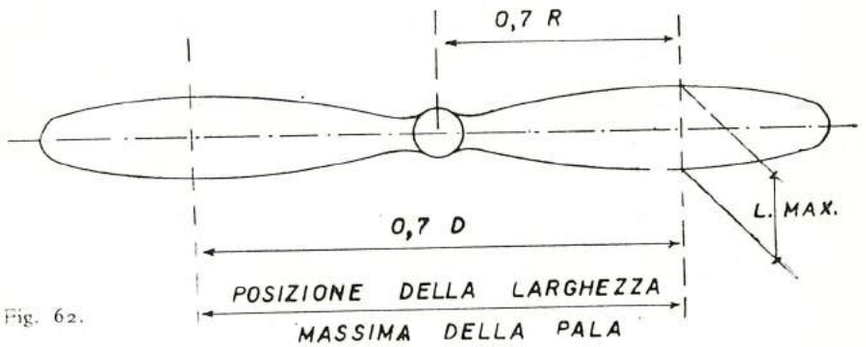


Fig. 62.

mina su questa il diametro cercato dell'elica di cm. 39,4. Se invece la superficie fosse stata di decimetri quadrati 15, il diametro sarebbe risultato di cm. 47,5.

Per progettare l'elica, la conoscenza del diametro non basta: occorre conoscere anche il passo, la cui misura dovrà servire per dare l'inclinazione giusta alle diverse sezioni delle pale dell'elica.

Per ottenere il passo che deve avere un'elica, è necessario conoscere il rapporto fra il passo ed il diametro. Questo rapporto, in linea di massima, si calcola in base al carico alare dell'aeromodello per il quale si deve costruire l'elica.

Un aeromodello con carico elevato avrà un'elica con rapporto, fra passo e diametro, piccolo; invece un aeromodello con carico leggero dovrà avere un'elica con rapporti, fra passo e diametro, più grande.

Il primo modello avrà un'elica con passo piccolo rispetto al diametro, così l'elica girerà velocemente. Il contrario accadrà per il secondo.

Per trovare il passo di un'elica si usa un altro diagramma, che serve appunto a ricavare il rapporto che deve esistere fra diametro e passo, in proporzione al carico alare. Il diagramma in questione è il secondo della tavola di pag. 129. Sulla retta orizzontale di questo grafico sono segnate le diverse misure del carico alare, progressive fra due e quaranta grammi per ogni decimetro quadrato di superficie. Sulla verticale sono segnati i diversi rapporti, compresi fra 0,6 e 2,3 fra il passo e il diametro dell'elica.

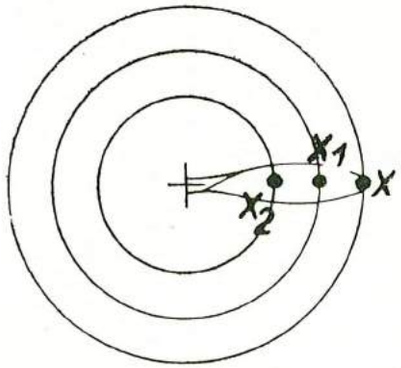


Fig. 63.

Questo diagramma è di facile consultazione, quanto quello relativo al calcolo del diametro. Eccovi un esempio per l'uso pratico.

Si consideri il caso precedente, per il quale abbiamo visto che occorre un'elica con diametro di cm. 39,4. Se il modello ha un carico alare di grammi 15 per decimetro quadrato, tracceremo sul grafico una linea verticale, partendo dal punto 15 della scala del carico alare fino ad incontrare la curva. Dal punto d'intersezione si traccia una retta orizzontale fino alla scala

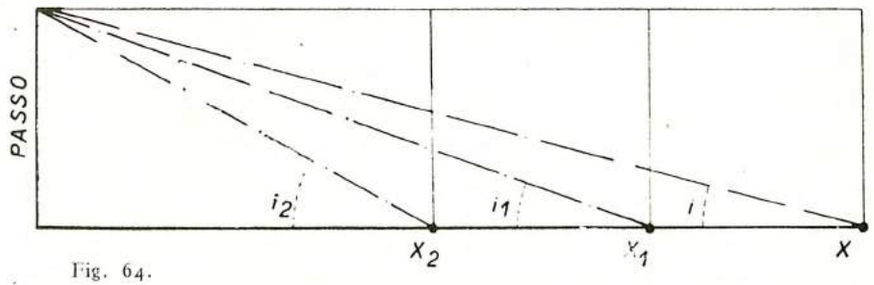


Fig. 64.

verticale: si trova un valore molto prossimo ad 1,2 e ciò vuol dire che il rapporto fra passo e diametro dovrà essere 1,2. Per ottenere il passo dell'elica considerata, basterà moltiplicare la misura del diametro per 1,2. Nel caso nostro, essendo il diametro uguale a cm. 39,4 si moltiplicherà cm. 39,4×1,2 e si otterrà il passo di cm. 47,2

Rimane ora da stabilire la larghezza della pala, che è la dimensione maggiormente soggetta a variazioni, poichè cambia a seconda che si voglia far girare l'elica più o meno velcce.

Poichè il tipo di modello ad elastico più sfruttato è quello da durata,

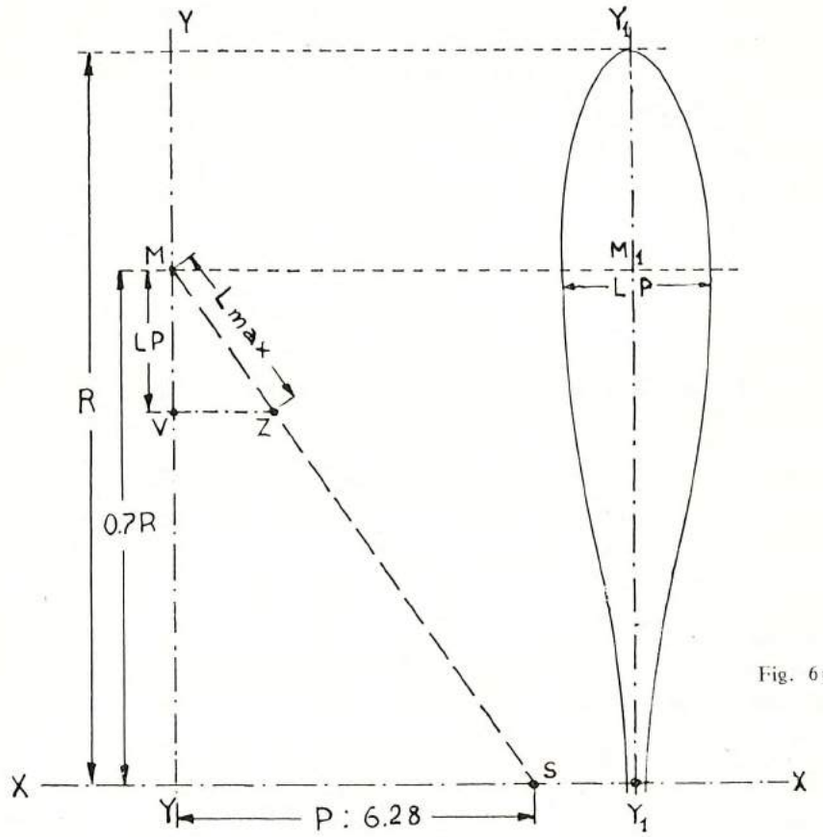


Fig. 65.

diamo qui una formula basata sul diametro dell'elica che fornisce un risultato di medio rendimento. I costruttori più abili potranno variarla a seconda che vorranno ottenere doti di salita o meno. La formula è:

$$L = \frac{D \times 35}{300}$$

in cui L è la larghezza della pala in cm. e D è il diametro dell'elica in cm.

Rimane però da vedere in che punto della pala deve essere situata tale larghezza massima. L'esperienza ha dimostrato che la porzione d'elica che

ha il massimo rendimento è l'ultimo terzo della pala; la larghezza massima, quindi, è bene che si trovi ai 7/10 del raggio a partire dal mozzo (fig. 62). Circa la forma migliore da dare alla pala, ciò è indifferente, Consigliamo ad ogni modo la pala simmetrica, che è la più semplice a realizzare e la migliore come rendimento. Stabilito così il diametro, il passo, la larghezza massima della pala e la forma da darle, si dovrà ora fare il disegno in pianta e di fianco della pala d'elica per poter determinare le misure del blocco e passare alla costruzione.

E' bene, però, prima di tutto, conoscere la ragione geometrica del disegno dell'elica.

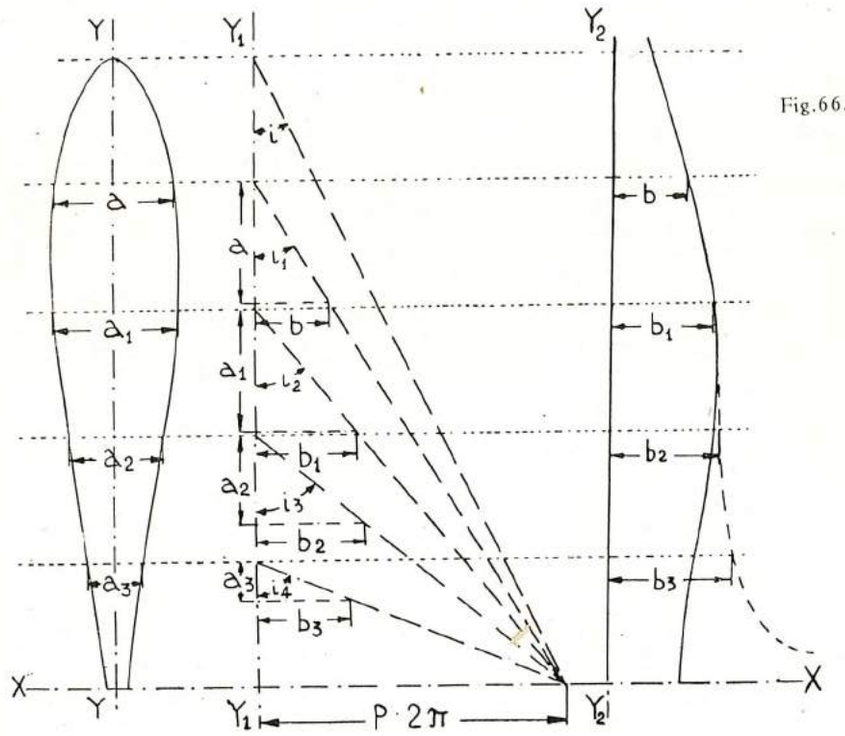


Fig.66.

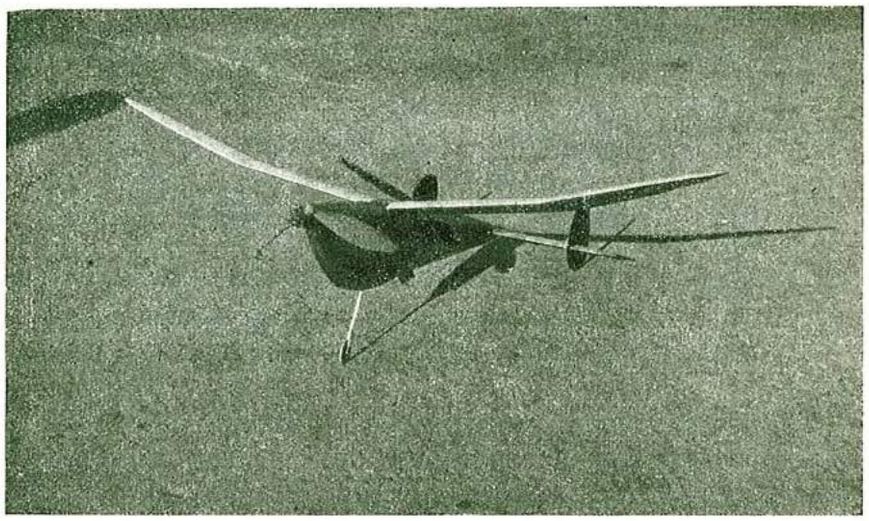
Abbiamo già considerato la traiettoria percorsa dall'estremità di una pala (figg. 59-60). Se ora consideriamo, oltre il punto X, altre due sezioni X_1 e X_2 (fig. 63) e facciamo per ciascuna di esse la stessa costruzione della traiettoria fatta per il punto X, otteniamo, svolgendo le superfici dei tre cilindri concentrici e sovrapponendole, la figura 64 che dà esat-

tamente gli angoli d'attacco delle sezioni di pala X, X_1 e X_2. Conoscendo la larghezza di pala necessaria ed il punto in cui essa deve essere applicata, si potrebbe ora facilmente determinare la vista di fianco e di fronte dell'elica; ma un simile procedimento sarebbe oltremodo ingombrante, poichè, per esempio, per un'elica di cm. 20 di diametro e cm. 30 di passo il rettangolo-sviluppo che abbiamo considerato sarebbe lungo più di 62 cm. e alto 30. Infatti mentre un lato sarebbe uguale al passo, l'altro, il più lungo, sarebbe uguale alla circonferenza del cilindro che ha per diametro quello dell'elica, cioè $20 \times (3.14) =$ cm. 62.8.

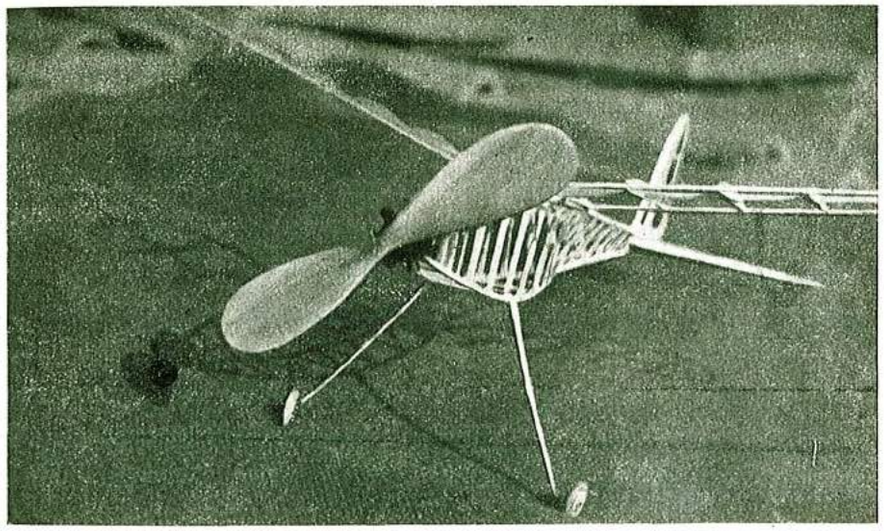
Per snellire il calcolo si usa ridurre in proporzione il rettangolo considerato, dividendo entrambi i lati per $2\ \pi\ (6.28)$. Otterremo così che uno dei lati sarà uguale al raggio dell'elica, e l'altro al passo diviso per 6.28.

Poichè la riduzione è avvenuta in proporzione, gli angoli d'attacco delle sezioni della pala rimangono logicamente gli stessi. Chi abbia sufficienti nozioni di geometria potrà spiegarsi meglio la cosa con l'aiuto dei teoremi sulla similitudine delle figure piane.

Supponiamo dunque di dover disegnare la vista di fronte e di fianco di un'elica di 20 cm. di diametro, e di 30 cm. di passo, la cui larghezza



Un'elica monopola ripiegabile montata su un aeromodello con motore a matassa elastica.



Per i modelli volanti con motore ad elastico alcuni aeromodellisti usano eliche di pala assai larga. In effetti tali eliche, a parte l'estetica, hanno dato un rendimento migliore dell'eliche comuni, e ciò in conseguenza delle speciali caratteristiche di scarica della matassa elastica.

massima della pala sia, in base alla formula, cm. 2,3, e sia situata a 7 cm. dal mozzo.

Seguendo la nostra descrizione si tenga presente la fig. 65.

Si traccia sul foglio un asse XX di riferimento, su di esso si alza una prima perpendicolare YY, su cui, a partire da XX, si prende un segmento lungo quanto il raggio dell'elica che si vuol disegnare: nel nostro caso cm. 10. A partire dal piede di YY si prende poi su XX un segmento uguale al passo diviso per 6,28: nel nostro caso 4,77, che si può arrotondare, 4,8. La sua estremità si chiami S. Sull'asse YY si prenda ora un punto M ai 7/10 della lunghezza, nel caso nostro cm. 7, per il quale dovrà passare la sezione di massima larghezza della pala, e lo si unisca con il punto S. L'angolo YMS è uguale all'angolo d'attacco della sezione di pala in quel punto.

Se perciò, a partire da M, si prende su MS un segmento uguale alla larghezza massima della pala, e si proietta su YY il punto Z così trovato, si avrà su YY un segmento MV che dà la larghezza massima dell'elica in pianta.

Si può ora stabilire la forma della vista in pianta della pala. Sempre su XX, si alza un'altra perpendicolare Y_1 Y_1 lunga quanto la YY ed ai

7/10 si prende un altro punto M_1 e si disegna la pianta dell'elica a piacere, purchè il contorno di essa passi per i punti massimi trovati.

La larghezza del mozzo al centro dell'elica si farà a piacere. Per non aumentare però troppo le resistenze passive ed il peso consigliamo di farli di spessore uguale ad 1/100 del diametro dell'elica più 1: cioè, nel caso nostro, mm. 200 : 100 = 2 : 2 + 1 = mm. 3.

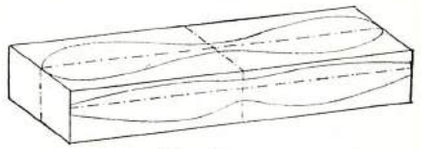


Fig. 67.



Fig. 68.

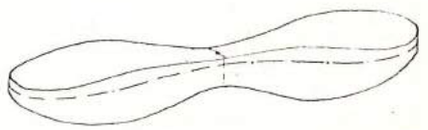


Fig. 69.

Determinata così la vista di fronte della pala, si deve ricavare la vista di fianco. Si dovrà, perciò, su di un altro foglio (fig. 66), tracciare un'altra linea XX e tre assi, a questa perpendicolari, sufficientemente distanziati tra loro. Siano YY, Y_1Y_1

Su YY si riporta la vista di fronte della pala già determinata e se ne divide la lunghezza in parti uguali, tanto più numerose quanto maggiormente si voglia essere precisi. Non è però necessario esagerare. Per i punti così trovati, si tirino delle parallele all'asse XX. Dal piede di Y_1Y_1 si prenda ora un segmento di lunghezza uguale al passo diviso 6,28, come è già stato fatto in fig. 65. Dal punto trovato si tracceranno quindi i raggi passanti per le intersezioni dell'asse Y_1Y_1 con le parallele dell'asse XX. Ognuno di questi raggi formerà con la retta Y_1Y_1 gli angoli i, i_1, i_2, ecc. che sono gli angoli formati, col piano di rotazione dell'elica, dalle sezioni di pala corrispondenti ad ogni raggio, la posizione delle quali sulla pala è determinata dalla parallela all'asse XX incrociantesi col raggio considerato.

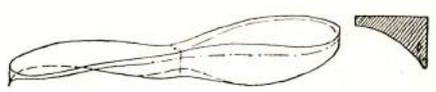


Fig. 70.

Si prendano adesso in considerazione le larghezze della vista di fronte della pala in corrispondenza delle parallele all'asse XX: siano a, a_1, a_2, ecc. e si riportino verticalmente sull'asse Y_1Y_1, ognuna in corrispondenza del

raggio che ne determina l'angolo (v. fig. 66). Tracciando poi le orizzontali per le estremità dei segmenti così ottenuti si avrà su di ogni raggio la larghezza reale della pala per ogni sezione, e i segmenti compresi fra l'asse Y_1Y_1 e i punti d'incontro di tali orizzontali con ogni raggio determina la larghezza della vista di fianco della pala nel punto considerato. Riportando i segmenti b, b_1, b_2, ecc. orizzontalmente a fianco dell'asse Y_2Y_2 si otterrà la vista di fianco della pala.

Seguendo alla lettera questo procedimento, si vedrà che la larghezza della pala tende, in prossimità del mozzo, a divenire di valore infinito. Per cui, tenendo conto di ciò che in pratica si è constatato, e cioè che effettivamente la parte dell'elica che lavora è l'ultimo terzo della pala, si potrà modificare la vista di fianco in modo da raccordarla al mozzo (tenere presente la fig. 66).

Chi abbia ben compreso il procedimento potrà fondere in una sola le due costruzioni di fig. 65 e 66 e potrà, in seguito, dare alla pala la forma che preferisce; oppure, data la forma della pala ed il passo, potrà ricavare le due viste in pianta e di fianco. Disegnata l'elica nella forma e dimensioni desiderate, si potrà passare alla lavorazione per la quale ci si atterrà al sistema più facile, cioè a quello per il quale non occorrono installazioni speciali e sagome di controllo, che sono assai difficili da preparare con la precisione necessaria. Per costruire le eliche devono bastare l'occhio ed il tatto, e solo in casi speciali l'aeromodellista sarà costretto a servirsi di appositi accessori di controllo.



Fig. 71.

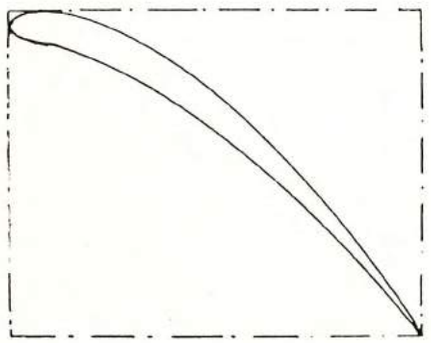


Fig. 72.

Come uniche sagome ci si servirà della vista di fronte e di fianco della pala ricavate dal cartoncino. Non è necessario eseguire il disegno completo delle due pale. Basta disegnarne una sola sulla quale siano tracciati con precisione gli assi.

Fatte le sagome si deve procedere alla scelta del legno. Il legno da adoperare deve essere leggero, compatto, con fibre parallele, non resinoso, bene stagionato, privo di nodi e facile da lavorare. Sono da scartare, per il peso e per difficoltà di lavorazione, molte qualità di legno, come: il noce, il frassino, l'acero, ecc. Sono buoni: il pioppo, il cirmolo, il balsa, l'abete, ecc.

Il balsa dovrà essere di qualità dura e a lavorazione finita dovrà essere verniciato con più mani di una vernice indurente. Indicata l'emaillite o il collante. Ad ogni modo il cirmolo ci sembra il legno da preferire, per via della sua leggerezza ed elasticità. Tuttavia il pioppo è un legno che si trova ovunque con più facilità.

Rilevando dalle sagome le misure massime d'ingombro (fig. 67), si debbono stabilire le dimensioni del blocco di legno, che taglieremo in forma di parallelepipedo, bene squadrato e levigato su tutte le facce. Su due facce opposte, sulle quali si ripeterà la sagoma di fronte, si tracciano le mezzarie, sia trasversali che longitudinali. I punti di incrócio di queste (cioè delle mezzarie) determinano la posizione del centro del mozzo dell'elica. Quindi, con un trapano munito di punta di adatto diametro, si pratica il foro per il quale passerà l'asse, o albero, di rotazione. Questo foro deve essere fatto con precisione, in modo che coincida con i due punti di incrocio delle mezzarie sulle due facce.

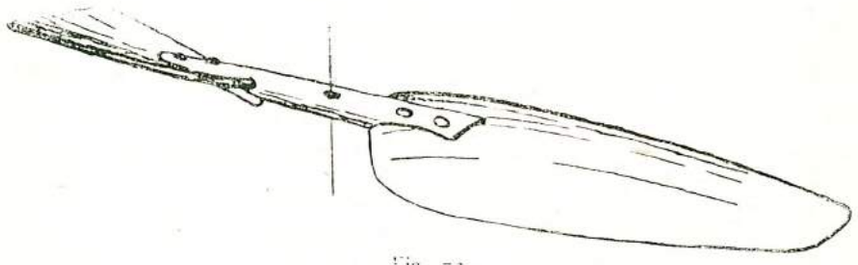


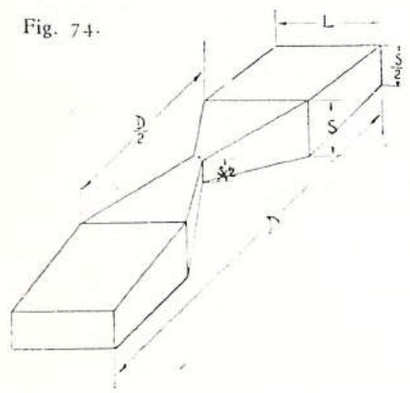
Fig. 73.

Dopo aver fatto coincidere esattamente le rette segnate sulla sagoma di cartone con quelle segnate sul blocco, si traccia su questo il contorno della sagoma.

Segnata così una mezza pala, si farà girare la sagoma di 180°, e, ripetendo nuovamente il disegno del contorno, si otterrà su una faccia del blocco l'elica completa vista di fronte. La stessa operazione deve essere fatta

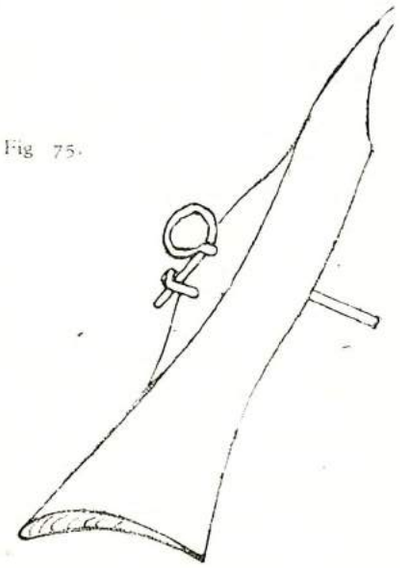
poi sulla faccia opposta del parallelepipedo, appoggiandovi però la sagoma di cartone capovolta. Si può ora ricavare l'elica sagomata nella sua vista di fronte (fig. 68) asportando l'eccedenza di legno per mezzo di una sega meccanica a nastro. In caso di mancanza di una segheria che disponga di un simile utensile, si può, con l'aiuto di un compagno, usare una sega a lama stretta da falegname, chiamata comunemente *voltino*. Questa operazione può anche essere eseguita con l'aiuto di un seghetto da traforo, ma in tale caso si dovranno usare lame di numero molto maggiore delle comuni. Spianate con una raspa le ruvidezze causate dal taglio della sega, si traccino sui lati le mezzarie, ed in riferimento a questi assi, a mezzo della sagoma di cartone della vista di fianco, si segni due volte il contorno di ogni fianco, dopo di che, con lo stesso mezzo usato in precedenza, si toglierà il legno in più, per ottenere l'elica grezza sia di fronte che di fianco (fig. 69).

Fig. 74.



Poichè durante la lavorazione l'elica viene sempre leggermente impiccolita e falsata, per impedire che la larghezza della pala risulti inferiore a quella progettata, è bene lasciare durante l'operazione di sbozzatura precedentemente descritta un sopravanzo di legno corrispondente a circa l'8 o il 10% della larghezza delle sagome.

Fig. 75.



Si tratta ora di sgrossare e di finire l'elica per dare ad ogni singola sezione della pala la sagoma di buona penetrazione come se si trattasse di un'ala. Si tenga conto del bordo d'entrata e del bordo di uscita, del ventre e del dorso (vedi figg. 70 e 71).

Il bordo d'entrata dovrà essere segnato con precisione, e dovrà risultare grosso e arrotondato; mentre quello diagonalmente opposto, cioè il bordo d'uscita, dovrà essere a spigolo vivo. Il ventre, ossia la parte posteriore, deve risultare concavo, qualche volta piano: mai convesso. Convesso deve essere invece il dorso, vale a dire la faccia anteriore della pala.

Ad ogni modo, come profilo base della pala ci si può attenere a quello disegnato in fig. 72, avente uno spessore massimo del 10% della corda. Con una raspa o con una sgorbia bene affilata, a scelta del costruttore, si sgrosseranno le pale, prima dalla parte del ventre, unendo i due spigoli diagonalmente opposti, ed in modo che il senso di rotazione risulti quello voluto; e quindi si sgrosserà il dorso. Fatto questo, si procederà alla rifinitura con carta vetrata, prima grossa e poi fina, curando al massimo il profilo, l'uniformità dello spessore e l'uguaglianza delle due pale.

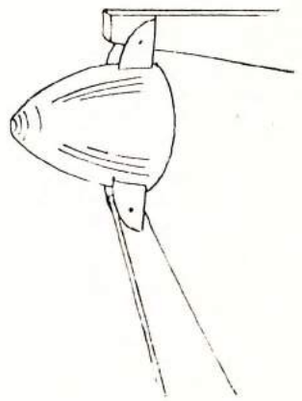


Fig. 76

Mentre si esegue il lavoro di rifinitura bisogna anche fare il controllo dell'equilibrio. L'elica, deve, assolutamente, essere equilibrata, vale a dire centrata alla perfezione, in modo che il suo centro di gravità sia sull'asse di rotazione. Ciò è indispensabile per evitare che l'elica, girando, produca vibrazioni dannose al volo del modello. La verifica dell'equilibrio si fa infilando un perno, od un chiodo, entro il foro del mozzo. Disponendo l'elica prima in senso orizzontale e poi verticale, essa non dovrà oscillare nè in un senso nè nell'altro.

L'operazione di controllo dovrà essere ripetuta più volte, e se, per caso, non vi fosse l'equilibrio, la pala più pesante dovrà essere alleggerita, fino ad ottenere l'equilibrio desiderato. Qualche volta lo squilibrio può dipendere dal legno scelto con poca cura, nodoso o resinoso. Se, invece, la scelta sarà stata fatta con avvedutezza, e se le pale saranno perfettamente uguali, l'elica risultrà equilibrata o la differenza sarà così minima, che basterà raschiare leggermente con la carta vetrata per raggiungere l'equilibrio voluto.

Ottenuto l'equilibrio, con carta vetrata finissima si raschierà fintanto che l'elica non sia divenuta completamente liscia in ogni sua parte. Ciò si farà controllando continuamente lo spessore e quindi l'equilibrio delle pale.

Finito questo lavoro, si passerà sull'elica così lisciata uno strato di olio di lino crudo: poi, quando si sarà asciugata, verrà nuovamente ripassata con carta vetrata fina. Infine si potrà verniciarla con vernice trasparente, o colorata, secondo i gusti. La vernice, oltre a dare un bell'aspetto e a rendere il legno più resistente, riduce le superfici più levigate a tutto vantaggio del buon rendimento dell'elica. Buone vernici per questo lavoro sono: la gommalacca, la coppale, la nitrocellulosa, l'emaillite.

Abbiamo esposto il procedimento attraverso al quale si ricava un'elica da un semplice blocco di legno. Si tratta del miglior sistema per ottenere con facilità un'elica esatta e solida. Ma si possono ricavare eliche anche da uno speciale legno compensato preparato e messo in vendita per questa bisogna. Il procedimento è il medesimo. Soltanto bisogna tener presente che, se l'incollatura del compensato non è fatta con arte, l'elica può saltare in pezzi al minimo urto.

Si possono pure costruire eliche con i compensati comuni in commercio: in questo caso le pale, tagliate nella grandezza del loro sviluppo, vengono piegate a caldo per ricevere la forma di superficie elicoidale.



Fig. 77.



Fig. 78.

Questa costruzione è forse la più economica, ma non si dimentichi che è assai difficile ottenere la precisione necessaria per il miglior rendimento e che, infine, queste eliche si deformano facilmente sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Un altro sistema economico, ma consigliabile soltanto per piccoli modelli, è quello di costruire le due pale separate, di legno compensato, fibra e perfino lastra metallica: pale che si uniranno, poi, ad un tubetto metallico appositamnte tagliato con incastri longitudinali, nei quali dovranno essere fissate con piccoli rivetti di alluminio (fig. 73).

Un tipo d'elica introdotto nel campo aeromodellistico, specialmente

dai costruttori americani, è quello che si basa sull'impiego di uno sbozzato di tipo unificato (specialmente adatto alla costruzione di eliche in balsa e in generale di legni leggeri) e di una semplicissima formula che fornisce il passo in funzione delle dimensioni geometriche dello sbozzato stesso.

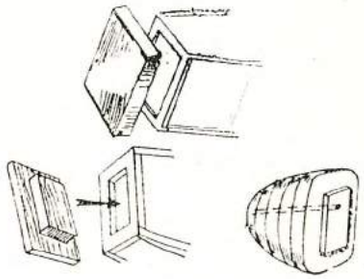


Fig. 79.

Come si rileva dalla fig. 74, lo sbozzato è caratterizzato da tre dimensioni fondamentali, e cioè il diametro dell'elica futura *D* (lunghezza del blocco), lo spessore *S* (che aumenta col passo desiderato) e la larghezza *L* da cui dipende, insieme allo spessore, la larghezza della pala).

Dal blocco parallelepipedo si ricava un pezzo sagomato come è indicato in figura, tenendo presente che le misure D, L ed S sono legate dalla relazione seguente:

$$\text{Passo} = \frac{3{,}14 \times D \times S}{L}$$

e le altre misure caratteristiche (larghezza della parte centrale, spessore agli estremi e al centro) sono costantemente la metà delle fondamentali (vedi figura 74).

Ciò fatto, si uniscono in diagonale gli spigoli opposti dello sbozzato, e si ricava senz'altro una superficie elicoidale che è il ventre della pala d'elica desiderata. Il dorso è completato ad occhio, e così l'eventuale concavità del ventre, quando si desidera un profilo estremamente portante. Un esame accurato del procedimento rivela facilmente come questo sistema di costruzione non differisce affatto sostanzialmente da quello precedentemente indicato, ma ne è soltanto un'applicazione semplificata, ottima nel nostro caso. Si tratta in fondo di generare una superficie praticamente elicoidale da uno sbozzato a contorni rettilinei. Questo tipo di elica, in genere realizzato con pale larghe, forti passi e grandi diametri, è specialmente adatto per aeromodelli ad elastico di medie dimensioni.

Si possono anche fare eliche a passo variabile a terra e persino in volo con le pale riportate e mobili, in modo da variarne l'incidenza a piacimento, ma non crediamo opportuno consigliarle, le prime perchè superflue e le seconde perchè di troppo difficile costruzione.

Negli aeroplani può avvenire che un'elica abbia un diametro troppo grande e non le si possa dare la velocità voluta per ottenere la traslazione e si debba quindi ricorrere ad un'elica a tre od anche a quattro pale, che si trovano in condizioni favorevoli per sfruttare maggiormente l'energia motrice che si ha a disposizione in quanto possono essere costruite di diametro inferiore a quello occorrente con l'elica a due pale.

Nei modelli volanti è difficilissimo che questo caso si presenti ed in ogni modo è bene evitare la costruzione di tali eliche, poichè l'elica che offre il maggior rendimento è sempre quella avente il maggior diametro possibile. Infatti la trazione di un'elica aumenta con l'aumentare del diametro del cilindro d'aria da essa interessato.

Negli aeroplani veri, inoltre, le eliche costruite in legno sono generalmente blindate, all'estremità, con strati metallici. Queste protezioni non sono necessarie per le eliche degli aeromodelli, le quali, date le modeste velocità di rotazione, non possono in alcun modo temere di logorarsi.

Poichè la maggior parte del volo di un modello si svolge in planata, occorre che dopo la fine della scarica esso sia in condizioni di planare il meglio possibile, cioè deve aver la minima resistenza all'avanzamento. L'elica ferma incide fortemente sulla resistenza totale del modello; per questo sono stati escogitati varî sistemi per diminuire tale resistenza. Il più diffuso e certamente il più semplice sistema è quello dello scatto libero, che consiste nel far girare l'elica in folle dopo il termine della scarica. La soluzione meccanica più semplice è quella di fig. 75, ma ne esistono altre piu o meno complicate ed efficienti.

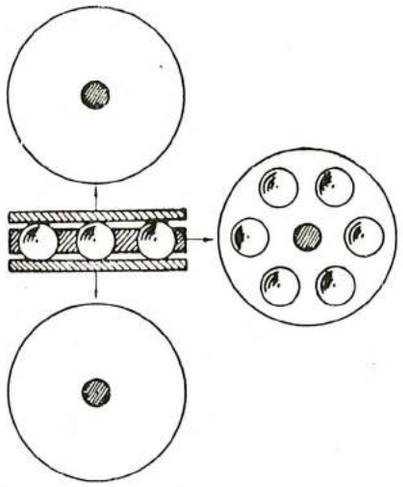


Fig. 80.

Nel dispositivo di fig. 75 l'albero dell'elica termina con un occhiello,

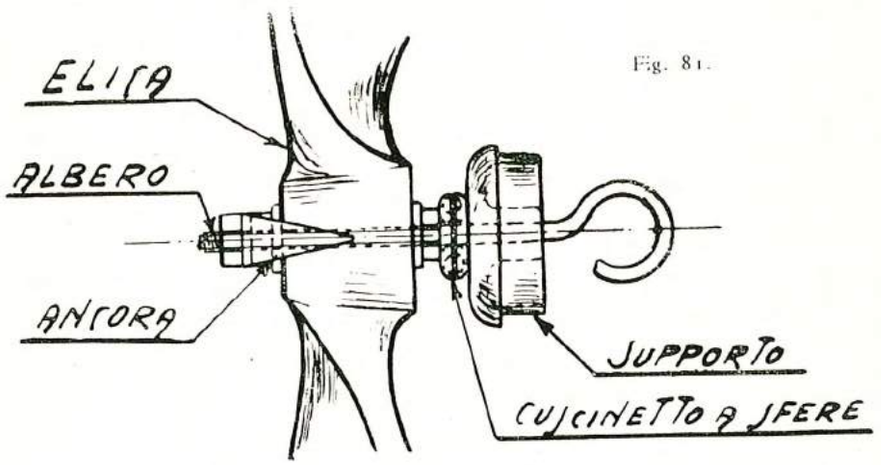
che serve per il caricamento della matassa. Il prolungamento dell'occhiello si incastra in un piccolo gancio di ritegno fissato sull'elica.

Durante la scarica della matassa l'albero motore trascina nella rotazione anche l'elica, ma a carica finita, questa tende a seguitare a ruotare per effetto del vento di deriva. Si sgancia perciò dall'albero e, spinta dall'aria, si sposta indietro ponendosi a ruotare e diminuendo così fortemente la resistenza all'avanzamento.

Un altro sistema è quello di fare l'elica ripiegabile, in modo che, a carica finita, si ribalti verso l'indietro, diminuendo così la propria superficie frontale e quindi la resistenza. Anche in questo caso esistono parecchi sistemi.

In fig. 76 è illustrato uno dei più pratici sistemi, che consiste in un'ogiva tornita di legno duro opportunamente alleggerita che fa da mozzo portapale: nell'ogiva sono incastrate due striscette di legno compensato fra loro parallele, in mezzo alle quali vengono fissate le pale con l'aiuto di due spinottini di alluminio. Si deve badare che non vi sia troppo giuoco tra le parti. Eliche siffatte, quando sono in funzione, rimangono alzate in posizione di lavoro per effetto della propria trazione, salvo ribaltarsi indietro spinte dal vento di deriva al termine della scarica. Il piede della pala, puntandosi contro l'ogiva, impedisce il ribaltamento in avanti.

Fig. 81.



In questi ultimi tempi, poi, si sono venute diffondendo le eliche monopale, costituite da una sola pala contrappesata (fig. 77), che, se dànno un effettivo aumento di rendimento, dovuto al fatto che se ne può aumentare il

diametro rispetto ad un'elica normale, sono però di difficile centraggio. L'aeromodellista dovrà dedicarsi a questo tipo di eliche soltanto quando sarà divenuto sufficientemente esperto.

Ad ogni modo avvertiremo che, quando si voglia munire il modello di un'elica monopala, si dovrà aumentare il diametro dell'elica fornito dai grafici di pag. 129 di circa il 20 %.

Per il fissaggio dell'elica al modello esistono moltissimi sistemi a seconda del tipo di elica adottato, e del modello. Nel caso dei modelli ad elastico, la parte fondamentale dovrà essere costituita da un alberello in filo di acciaio, di varia sezione (da mm. 1 a mm. 5) a seconda del modello, recante, da un lato un gancio per il fissaggio dell'elastico motore e dall'altro un sistema di fissaggio per elica. Se si vorrà fare un fissaggio semplice basterà che l'estremità dell'alberello sia filettata e rechi alcuni dadi e controdadi per il fissaggio dell'elica (fig. 78): è questo il caso delle eliche fisse ed a pale ripiegabili. Se invece si vorrà adottare un'elica a scatto libero od a passo variabile in volo si dovrà saldare sull'alberello, dietro l'elica, ed a sufficiente distanza da essa, una rondella destinata a sopportare lo sforzo di trazione di tutta la matassa-motore, come da fig. 82.

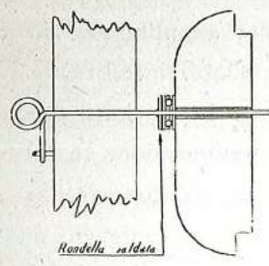


Fig. 82.

Logicamente, però, il solo alberello non basta. Occorrono altri accessori, e prima di tutto un supporto in cui l'albero possa alloggiarsi.

In genere questo supporto è costituito dal muso stesso della fusoliera, costruito in modo da funzionare come un tappo della fusoliera stessa (figura 79) o, nel caso dei modelli a tubo, da un semplice tappo di legno tornito ed alleggerito.

Per migliorare il rendimento del sistema sarà bene guarnire con boccole di ottone tutti i fori in cui passano alberi in rapida rotazione, per impedire che i supporti, che generalmente sono in legno, si slabbrino e producano decentramenti e vibrazioni.

Lasciando il sistema di montaggio dell'elica così come lo abbiamo descritto, gli attriti sarebbero molto forti. Per diminuirli si usa porre fra l'e-

lica ed il supporto (tappo), oppure fra questo e la rondella saldata, un cuscinetto a sfere del tipo reggispinta. Di tali cuscinetti esistono parecchi tipi, che normalmente vengono forniti dal commercio. La fig. 80 mostra una sezione di uno di essi fortemente ingrandita. Tali cuscinetti misurano, generalmente, meno di un centimetro di diametro. Per piccoli modelli e per economia si può anche usare un cuscinetto più rudimentale, costituito da una perla di legno duro, forata e montata sull'albero in mezzo a due rondelle.

Le figure 81 e 82 mostrano due sistemi di fissaggio dell'elica, a seconda che essa sia fissa od a scatto libero, completamente finiti.

Nel caso dei modelli a motore meccanico (a scoppio o ad aria compressa) il fissaggio dell'elica avviene a mezzo di speciali alberi filettati e dadi che fanno parte integrante del motore.

La velocità normale di rotazione delle eliche nei normali aeromodelli è contenuta fra i 15 ed i 20 giri al secondo, corrispondenti a 900 e 1200 giri al minuto.

L'aeromodellista può ricorrere ad un mezzo molto semplice per aumentare la velocità di rotazione dell'elica, quando essa sembri insufficiente.

Si tratta di mozzare le estremità delle pale dell'elica, diminuendone in tal modo il diametro e di conseguenza l'attrito contro l'aria, col vantaggio di ottenere, con pari potenza, una velocità di rotazione maggiore.

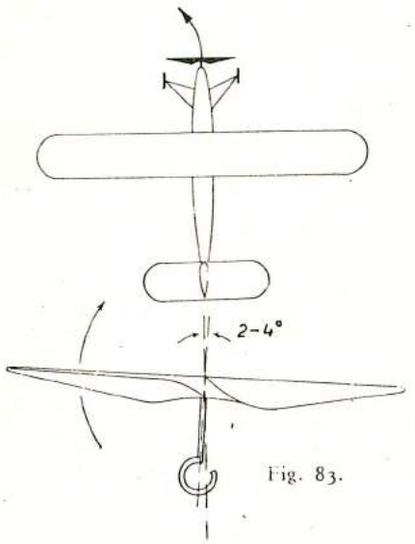


Fig. 83.

Applicando questo espediente si tenga presente che il passo dell'elica non verrà a cambiare, poichè non si varia l'angolo delle sezioni.

Durante il montaggio dell'elica sul modello si dovranno poi tener presenti altre due cose.

L'elica nel suo moto rotatorio, oltre a trasformare l'energia motrice in lavoro di traslazione, imprime al modello altri due spostamenti: uno laterale ed uno verso l'alto, o verso il basso.

Il primo spostamento, quello laterale, è dovuto ad una forza che tende a spostare l'elica di fianco per effetto della rotazione: tale fenomeno si chiama appunto momento, o coppia di rotazione. L'effetto di tale momento è di imprimere al modello una tendenza a virare nella direzione contraria a quella del senso di rotazione dell'elica, tendenza che va corretta, inclinando l'albero dell'elica lateralmente nel senso opposto alla virata, poichè, specie nei primi istanti della scarica della matassa, può essere fortissima e compromettere irrimediabilmente il decollo. L'inclinazione giusta va trovata per tentativi, ma in ogni caso difficilmente essa sarà inferiore ai 2-4 gradi (fig. 83).

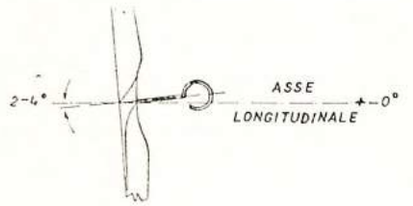


Fig. 83.

Il momento di rotazione può anche essere corretto con uno spostamento del timone di direzione, od anche con una ben calcolata svergolatura d'ala; ma questi rimedi continuano ad agire anche dopo cessata la rotazione dell'elica, procurando l'effetto del fenomeno in senso inverso. Il sistema dello spostamento dell'asse è dunque il più sicuro e di conseguenza quello da preferire.

Il secondo spostamento, e cioè quello in senso verticale, è dovuto alla quasi impossibilità di far passare la linea di trazione in posizione giusta fra centro di gravità e di pressione.

In genere il fenomeno si presenta con una fortissima tendenza a cabrare del modello anche quando questo sia centratissimo in planata. Per diminuire, se non abolire, tale pericolosa tendenza, si può inclinare verso il basso l'asse dell'elica procedendo, anche in questo caso, per tentativi (fig. 84).

IL CARRELLO ED IL PATTINO DI CODA

Il carrello e il pàttino di coda sono gli organi di contatto con il suolo: permettono cioè al modello volante di distaccarsi dalla terra e di ritornarvi.

Nel caso del lancio a mano questi organi servono soltanto per il ritorno al suolo dell'apparecchio, servono cioè a smorzare l'urto che inevitabilmente si produce al contatto con il terreno alla fine del volo.

In volo, tanto il carrello che il pàttino di coda diventano elementi passivi, poichè non hanno nessuna funzione utile, offrono una resistenza all'avanzamento e appesantiscono l'apparecchio.

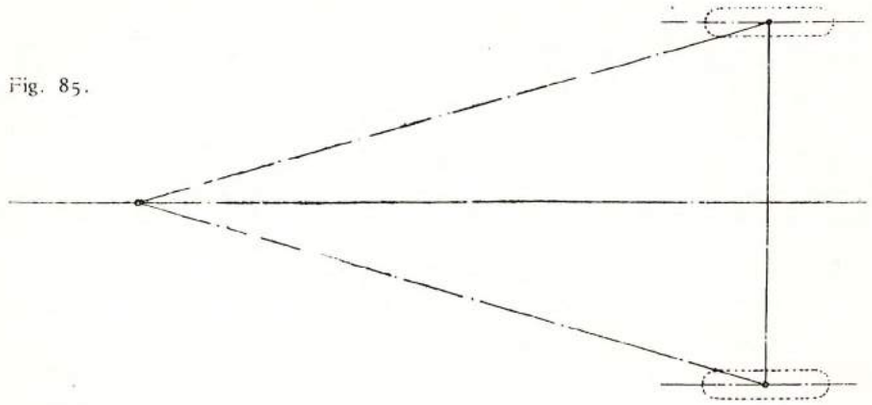
Ciò non ostante, questi organi sono necessari, e solo in casi particolari possono essere completamente, o in parte, eliminati.

Poichè gli organi di contatto con il suolo devono mantenere in equilibrio l'apparecchio fermo a terra o nella sua corsa durante la fase del decollo o di atterraggio, i punti di appoggio non devono, logicamente, essere mai meno di tre, ed entro al poligono risultante dall'unione dei detti punti d'appoggio deve cadere l'asse verticale che passa per il centro di gravità.

Generalmente, il poligono è costituito da un triangolo isoscele che viene denominato *poligono d'appoggio* (fig. 85) i cui vertici corrispondono alle ruote ed al pàttino di coda.

Fra i vari tipi di carrello, il costruttore sceglierà quello che è più adatto al proprio apparecchio, e preferirà sempre i più semplici, tenendo naturalmente conto delle necessità e delle accortezze suggerite dal tipo di apparecchio che vuol costruire.

Fig. 85.



In un modello volante è necessario che il carrello sia *robusto*, perchè deve resistere agli urti dell'atterraggio, urti che qualche volta possono essere violenti: a causa di ciò esso deve essere anche *elastico*. L'eccessiva flessibilità, però, oltre ad essere dannosa durante il decollo, può provocare danni alle strutture del modello in un atterraggio brusco. Infatti la piccola reazione elastica del carrello non riuscirebbe ad ammortizzare completamente

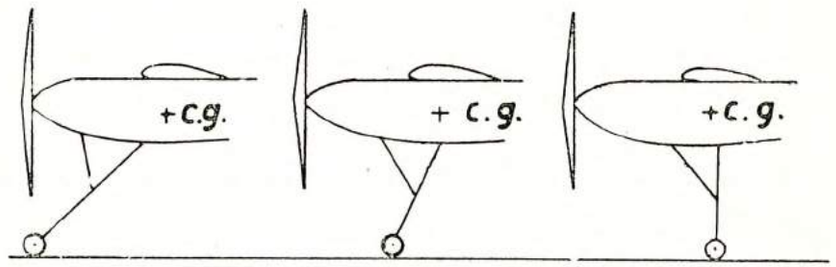


Fig 86.

l'urto e pertanto l'apparecchio incontrerebbe il terreno col muso o con l'ala.

Grande importanza ha anche la posizione del carrello (fig. 86) rispetto al centro di gravità. Infatti un carrello troppo avanzato è dannoso in decollo perchè aumenta la lunghezza del rullaggio, cosa tutt'altro che piacevole, specialmente nelle giornate ventose. In tali giorni occorre che il modello stacchi le ruote dal terreno nel minor tempo possibile, onde risultino diminuite le probabilità di sbandate laterali, causate dal vento, che potrebbero compromettere il decollo e trasformarlo in pericolose capottate.

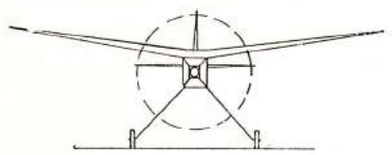


Fig. 87.

Se invece il carrello è troppo arretrato (mai dietro il centro di gravità!) mentre il decollo sarà facilitato, sarà difficilissimo l'atterraggio, dato che l'apparecchio capotterà al minimo ostacolo. La posizione esatta è perciò nel giusto mezzo, cioè in un carrello in cui la retta che unisce il centro di gravità con il punto di contatto delle ruote con il terreno formi un angolo di circa 30° con la perpendicolare passante per il baricentro.

Per diminuire la possibiltà di sbandamenti in decollo (imbardate) è bene dare al carrello una carreggiata larga: una regola semplice è quella di fare la carreggiata, al minimo, pari ad una volta e mezza la distanza dal suolo, del centro di gravità, o, per semplicità, della linea di trazione, cioè della linea passante per l'asse dell'elica (fig. 87).

Si dovrà ora vedere la forma del carrello, poichè esso non ha in volo nessuna funzione, ed è quindi un peso ed una resistenza passiva non indif-

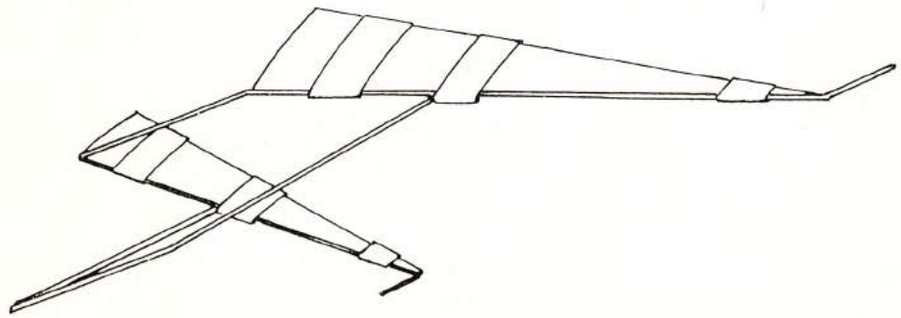


Fig. 88

ferente. Si pensi che la resistenza all'avanzamento degli organi di contatto con il suolo si aggira, in un modello, attorno al 30% della resistenza totale. A questo scopo si deve cercare di ridurre al minimo le gambe di forza e, possibilmente, di carenarle (fig. 88).

Per non cadere però in errori grossolani, è bene conoscere il comportamento e gli sforzi sopportati dal carrello. Esso deve sostenere due sforzi principali: primo, il peso del modello che provoca il suo allargamento; secondo, gli sforzi d'urto e di attrito, che provocano la sua flessione all'indietro. Per renderlo atto a sopportare questi due sforzi si deve perciò stu-

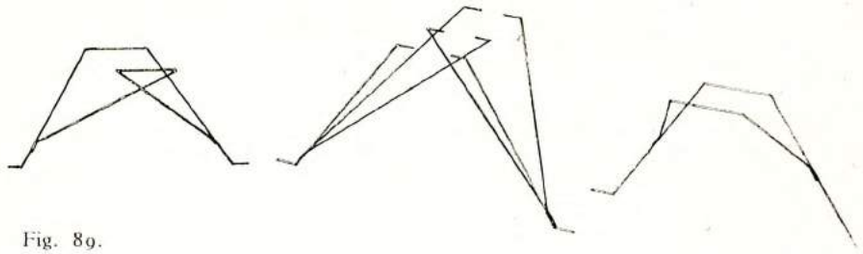


Fig. 89.

diare la sua forma, l'attacco con la fusoliera, e la qualità dei metalli da impiegare.

La forma che meglio si presta è quella a piramide rovesciata, in cui le gambe di forza formano una specie di piramide a base triangolare in cui due capi funzionano a trazione (la gamba anteriore e quella trasversale interna) ed una a compressione, (quella posteriore). Nei modelli piccoli o leg-

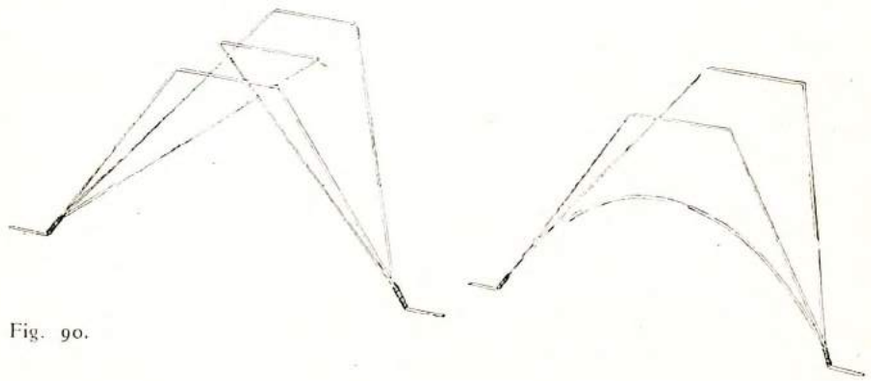


Fig. 90.

geri le gambe trasversali interne possono essere abolite, in quanto lo sforzo esercitato dal peso è molto piccolo, mentre solo eccezionalmente può essere abolita una delle gambe laterali, l'anteriore (figg. 89 e 90). Gli sforzi, però, come è logico, non vengono assorbiti interamente dal carrello, ma vengono da questo in parte trasmessi alla fusoliera. Gli attacchi con la fusoliera de-

vono quindi essere robusti: particolarmente quello della gamba posteriore che lavora a compressione. Le ordinate in corrispondenza degli attacchi devono di conseguenza essere rinforzate opportunamente.

I materiali usati nella costruzione dei carrelli sono molto limitati: il materiale più usato è il filo di acciaio così detto armonico (il tipo usato per

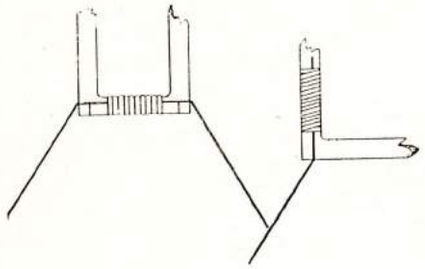


Fig. 91.

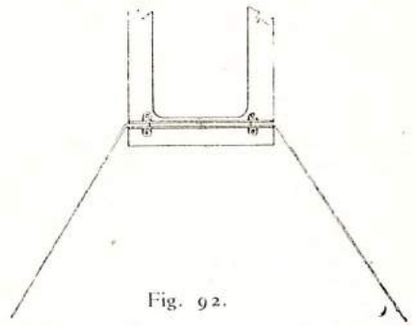


Fig. 92.

corde di strumenti musicali), in diametri che vanno da mm. 0,5 a 3 e solo eccezionalmente a 4 mm. Non si può dare una regola fissa sui diametri da usare, poichè variano troppo con la forma e le dimensioni dei carrelli, ma si può dare una proporzione fra i diametri delle varie gambe. Quelle che lavorano a trazione devono avere un diametro di circa la metà di quelle che lavorano a compressione.

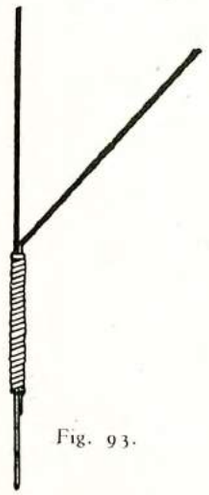


Fig. 93.

Un altro materiale usato è il bambù, che però in Italia è poco comune. Il sistema di costruzione è pressapoco lo stesso, con la differenza che invece di saldature si usano fasciature di seta imbevute di colla.

Il fissaggio delle gambe alla fusoliera può essere fatto in varî modi. Il sistema più usato è quello di fare le gambe corrispondenti tutte di un pezzo, attraversanti la fusoliera, e di fissarle poi a questa mediante fasciature di seta sulle ordinate e sui longheroni (fig. 91). Tale sistema deve però essere scartato nel caso di carrelli a gamba unica poichè permette la rotazione del filo nella legatura.

Un altro sistema è quello di infilare i capi delle gambe in appositi tubetti di ottone fissati alle ordinate con viti ed incastri (fig. 92). Questo ultimo sistema permette di costruire carrelli smontabili.

Nei carrelli in acciaio ha grande importanza la saldatura che deve essere eseguita accuratamente e con particolari accorgimenti. Data la piccola entità degli sforzi, la saldatura a stagno è più che sufficiente, ma le parti devono essere prima legate insieme con del filo di rame (ricavato, ad esempio, da cordoncino elettrico svolto) del diametro di 5, o 6 decimi, dato che lo stagno non fa presa sull'acciaio, e non ha sufficiente robustezza per resistere agli sforzi di strappamento cui le saldature sono soggette (fig. 93). In tal modo esso non ha altra funzione che quella di tenere insieme il tutto. Occorre porre la massima attenzione perchè le parti da sal-

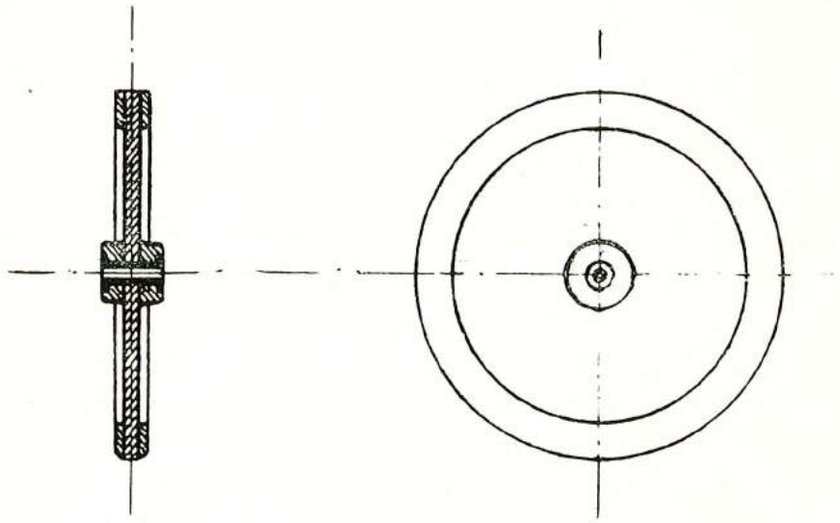


Fig. 94.

dare siano ben pulite, altrimenti lo stagno non farà presa del tutto, o comunque la saldatura resterà debole.

A questo scopo, prima di iniziare la saldatura bisognerà sgrassare le parti con dell'acido (acido muriatico spento con pezzi di zinco). Ad operazione effettuata, è necessario lavare bene la parte con acqua per evitare che i residui dell'acido possano corrodere il filo d'acciaio.

Ruote. — Sul mozzo d'acciaio sporgente dalle gambe di forza, già descritte, si infila la ruota.

Raramente la ruota viene costruita dal modellista; il più delle volte essa

viene acquistata in un negozio specializzato, o fatta costruire su misura da un tornitore.

Il tipo migliore è quello a disco a sezione ellittica che offre, oltre al minimo peso, anche la minima resistenza: sono quindi da scartare tutte le altre sagome, che, se sono più estetiche, sono certamente meno aerodinamiche.

In commercio esistono varî tipi di ruote: con disco di legno ed anello di gomma, con dischi in alluminio, in spugna di gomma, ecc. che però non vi consigliamo per modelli ad elastico normali.

Senza ricorrere al tornitore si possono costruire delle ruote in compensato, a disco (fig. 94), con i rinforzi laterali, per formare i battistrada ed i

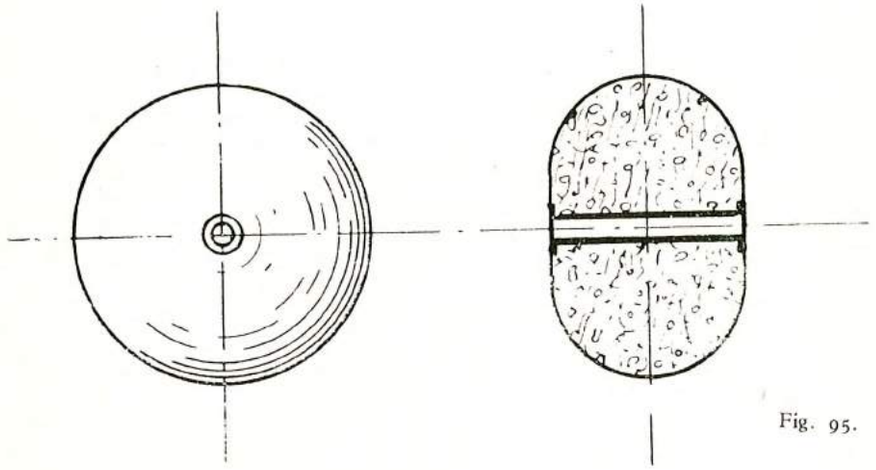


Fig. 95.

mozzi; oppure si possono costruire in sughero del tipo a *bassa pressione* (fig. 95); ma occorre del buon pannello di sughero, molto compatto, e quindi vanno verniciate con più mani di collante o di emaillite per renderle meno fragili. Anche in balsa si possono costruire delle ottime ruote del tipo a disco a sezione ellittica, costruendole in più strati per eliminare gli inconvenienti, derivanti dalla direzione della venatura, e che devono poi essere verniciate come quelle di sughero. (fig. 96).

Tutte le ruote di qualsiasi tipo devono essere imboccolate per evitare che il foro per l'asse si slabbri a causa del logorio dovuto all'attrito prodotto dalla rotazione della ruota. Il metallo che costituisce le boccole deve essere scelto a seconda della grandezza del modello. Si può quindi usare allumi-

nio od ottone. Nel caso delle ruote in balsa si possono anche usare delle semplici rondelle di ottone, fissate sui fianchi con dell'emaillite o con del collante.

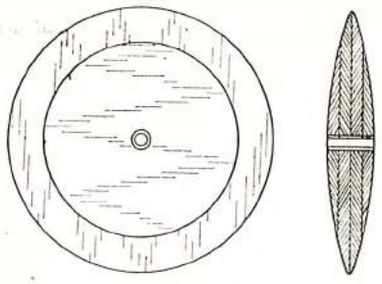


Fig. 96.

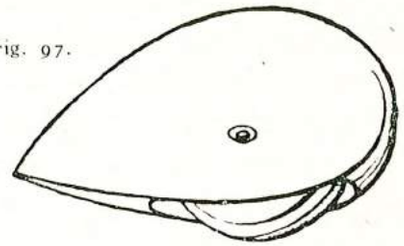


Fig. 97.

Generalmente i carrelli a ruote vengono montati così come sono, ma molti costruttori, che amano ispirarsi al vero, usano volentieri carenare gambe e ruote con coperture speciali che, tuttavia, negli aeromodelli, special-

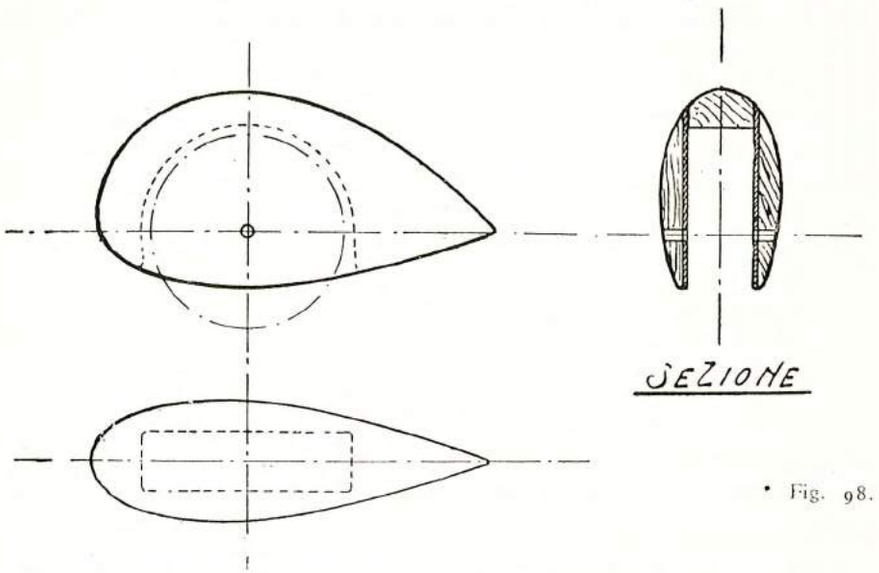


Fig. 98.

mente per le ruote, riteniamo inutili, perchè, data la modesta velocità di volo, non dànno vantaggi aerodinamici apprezzabili, mentre rappresentano una notevole o dannosa aggiunta di peso. Non vogliamo per questo disapprovare il lavoro di quei costruttori che intendono costruire con veri intendimenti di estetica aerodinamica; anzi lodiamo questi aeromodellisti, e per loro, e per chi vorrà imitarli, spieghiamo qui un tipo elegante e nello stesso

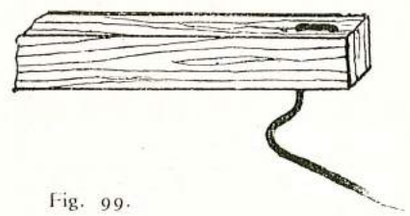


Fig. 99.

tempo semplice di carenatura per ruote adattabile a molti modelli (figg. 97 e 98).

Stabilito il diametro e la larghezza della ruota, sarà facile disegnare un tipo di carenatura a forma aerodinamica. Il disegno verrà fatto nella sua vista di fianco, di sopra e nella sua sezione attraverso l'asse della ruota.

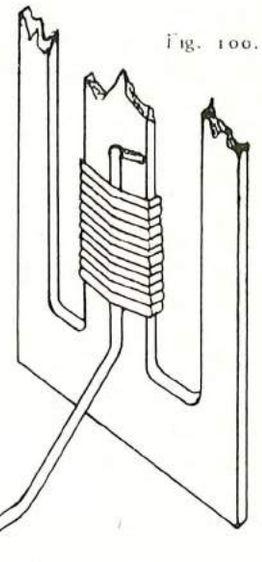


Fig. 100.

Eseguito il disegno si potrà iniziare il lavoro, che è semplice, poichè si tratta di costruire una parte centrale sagomata, con la colla sopra le due parti laterali. La parte centrale sarà fatta in legno dolce e leggero (balsa o balsital) ed avrà la sagoma laterale ricavata dal disegno, compresa la svuotatura per l'alloggio della ruota, ed avente lo spessore uguale alla massima larghezza della ruota. Le parti laterali verranno fatte in compensato, su cui vanno incollati dei pannelli dello stesso legno della parte centrale, che si rifiniranno fino ad ottenere la sagomatura aerodinamica ed estetica stabilita.

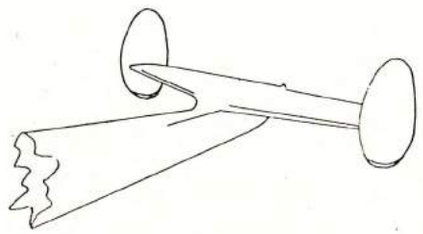


Fig. 101.

Infine si praticheranno i fori per il passaggio dell'asse delle ruote. Per attaccare le carenature si eseguirà il sistema più pratico e più adatto al tipo del carrello. La carenatura delle gambe è ancora più semplice e può in qualche caso essere utile anche come rinforzo. Basta unire alla gamba da carenare, mediante fasciatura di seta, un listello di forma opportuna, a sezione triangolare. Tale sistema è particolarmente utile nei carrelli che manchino della gamba trasversale interna, per irrigidirli, o nei carrelli mono-ruota.

IL PATTINO DI CODA

Per completare il triangolo di atterraggio occorre un terzo punto di appoggio, costituito dal pàttino di coda.

Nei modelli più semplici, con la fusoliera formata da un listello o da un tubo, il pàttino può essere ricavato addirittura nel prolungamento del gancio per la matassa (fig. 99).

Nei modelli a fusoliera può esser costituito da un semplice pàttino di filo di acciaio unito all'ordinata con le solite fasciature (fig. 100), oppure può essere ricavato direttamente nella parte inferiore del timone che va perciò rivestita in bambù o in filo di acciaio.

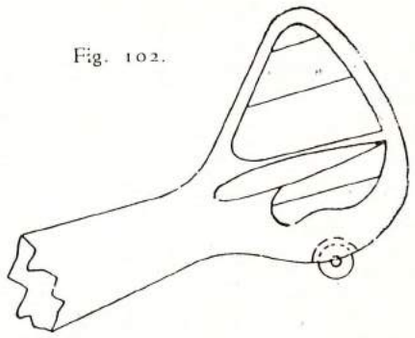


Fig. 102.

Nel caso dei carrelli mono-ruota, in coda, occorrono due punti di appoggio invece di uno, che generalmente vengono ricavati dal timone di direzione sdoppiato in due derive all'estremità del piano orizzontale (fig. 101).

Per facilitare il decollo in speciali condizioni, il pàttino di coda può essere sostituito da una ruota imperniata in una forcella. Però i vantaggi che se ne ottengono sono quasi sempre trascurabili (fig. 102).

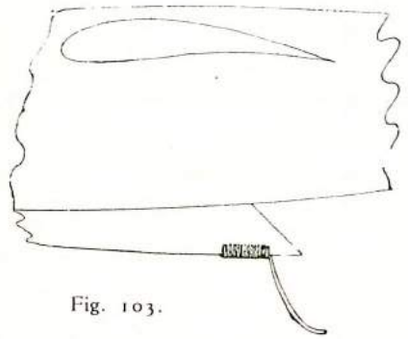


Fig. 103.

I costruttori più provetti costruiscono anche carrelli retrattili, ma non crediamo qui dover trattare l'argomento, poichè non risponderebbe ai sistemi di semplicità che ci siamo imposti.

Nei modelli volanti veleggiatori gli organi di atterraggio vengono ridotti al minimo indispensabile, sicchè il carrello scompare per lasciare posto ad un pàttino in compensato che normalmente porta anche i ganci per il traino con il cavo. Le difficoltà sono quindi molto ridotte, dato che si tratta soltanto dello studio della forma del pàttino e della posizione dei ganci.

Molti aeromodellisti usano costruire il pàttino molto alto, in modo da proteggere i piani di coda dalle eventuali asperità del terreno e dagli sterpi.

Su di una usoliera di un metro, per esempio, usano montare un pàttino di quattro o cinque centimetri.

Una buona idea è anche quella di porre in fondo al pàttino, dietro il baricentro, una piccola appendice di filo di acciaio rivolta in basso e lunga qualche centimetro. In atterraggio questa specie di coda tocca il terreno per prima e, a causa della sua posizione rispetto al baricentro, forza l'apparecchio a picchiare sul muso e ad alzare i timoni (fig. 103).

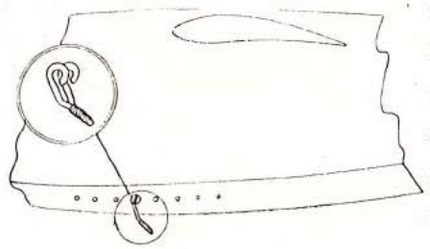


Fig. 104.

La posizione e la forma dei ganci per il traino sono molto importanti, e da essi dipende gran parte della buona riuscita del volo del modello. Il tipo più pratico è quello ricavato dal pàttino stesso, poichè non costringe ad usare altre appendici e perchè si può avere così a disposizione un discreto numero di ganci a seconda delle variazioni del centraggio. Un altro buon sistema è quello di fare il gancio in filo di acciaio, fissato al pàttino con una vite: con una serie di fori si ottiene un buon numero di spostamenti (fig. 104).

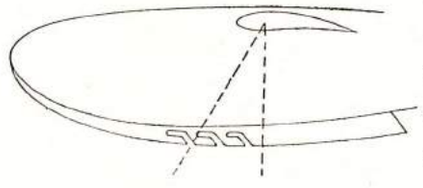


Fig. 105.

Circa la posizione, la migliore deve essere cercata sperimentalmente. In linea di massima è bene che il gancio si trovi in posizione tale che la sua congiungente con il centro di gravità dell'apparecchio formi un angolo di circa 30° con la verticale passante per lo stesso punto (fig. 105).

GALLEGGIANTI E SCAFI

Fra le molteplici forme che l'attività aeromodellistica assume, la costruzione degli idromodelli è certamente fra le più interessanti ed istruttive. Allo stesso modo che dagli aeromodelli destinati al lancio a mano si è gradualmente passati alla quasi esclusiva adozione del decollo da terra, in un desiderio di perfezionare e completare la piccola macchina alata, così, dal modello terrestre si passa all'idromodello, capace di decollare con i propri mezzi da uno specchio d'acqua tranquilla, introducendo nell'aeromodellismo nuovi e complessi problemi la cui soluzione è fonte di nuove soddisfazioni.

Lo studio dell'idromodello completo comprende due parti ben distinte. La fase di volo, assolutamente identica a quella corrispondente di un modello terrestre, è sottoposta alle stesse leggi e richiede quindi lo stesso dimensionamento e regolaggio delle varie superfici. E' di grande importanza ricordare bene questo nella progettazione degli idromodelli, perchè si è spesso tentati di influire sul decollo con uno studio speciale della parte aerodinamica, compromettendo così quasi sempre la fase più importante, che è sempre il volo. L'idromodello deve essere provato sempre, magari a terra su erba alta, come un qualsiasi modello terrestre, fino ad accertamento delle sue caratteristiche di volo e di stabilità. Ogni difficoltà di decollo o di am-

maraggio sarà eliminata con modifiche agli organi a ciò destinati: galleggianti o scafo, e ad essi soli.

Per quanto riguarda la fase di decollo, possiamo dividere gli idromodelli in due distinte categorie. Alla prima categoria appartengono gli idromodelli molto leggeri, pochissimo caricati e costruiti con grande leggerezza strutturale, che poggiano di solito su tre rudimentali galleggianti, due che costituiscono le ruote del carrello terrestre ed il terzo in luogo del pàttino di coda. Comprendiamo in tale categoria senz'altro quei modelli leggerissimi coperti in microfilm e destinati a gare da sala, e così anche certi modelli di dimensioni notevoli, ma con tale esuberanza di potenza da poter esser classificati fra gli elicotteri.

Per questi modelli è chiaro che quasi non esiste percorso in acqua. Il modello si stacca dalla superficie liquida quasi verticalmente, strappato violentemente da essa dalla forte trazione o scollato senza quasi resistenza per la poca aderenza dovuta alla scarsa immersione. Tanto varrebbe far decollare lo stesso modello dal suolo, o da un tavolo liscio, servendosi degli stessi galleggianti, come di pàttini, in sostituzione delle ruote.

La seconda categoria è quella che più ci interessa. A questa appartengono idromodelli, ad elastico od a motore a scoppio, che, per il loro peso e dimensioni, si immergono in acqua tanto da incontrare effettivamente in essa una notevole resistenza idrodinamica all'avanzamento. Non consideriamo qui idromodelli veleggiatori per il loro scarso interesse pratico. In questi basterà infatti impermeabilizzare il rivestimento e fare poche modifiche architettoniche per consentire il ritorno in acqua senza danni, la partenza avvenendo, come al solito, dalle mani, o mediante traino con il cavo.

Lo studio degli organi di decollo e ammaraggio di un idromodello può essere ricondotto a quello del galleggiante tipo da idrovolante, dato che scafi e galleggianti gemelli o multipli sono simili nella forma, se non nella struttura. Un galleggiante tipico sarà sempre fornito di gradino, anche se sarà soltanto una troncatura netta nello spigolo poppiero, per poter generare il distacco brusco dei filetti fluidi. La ragione di ciò è intuitiva quando si confronti il fondo di un galleggiante immerso nell'acqua con il dorso di un'ala spostantesi nell'aria. Come in questa si genera, per il modo relativo, una depressione dorsale che è causa di portanza, così in quello nasce, per lo scor-

timento fra il fondo ed il liquido, una analoga depressione, che incolla il galleggiante stesso alla superficie e ne impedisce il distacco.

L'ufficio del gradino è quello, in questo caso utile, di provocare con un risalto il distacco della vena fluida e quindi la separazione.

Di fondamentale importanza è la posizione del gradino stesso rispetto alla verticale del baricentro, e con questo si entra in pieno nel problema basilare del decollo e delle sue differenze fra il modello e l'idrovolante vero. Molti aeromodellisti, anche esperti, riproducono sugli idromodelli forme, disposizioni e dimensioni degli scafi o dei galleggianti dei veri idrovolanti. Questo sistema potrà dare in casi eccezionali qualche risultato positivo, ma la ragione dei numerosissimi insuccessi va ricercata proprio nella differenza fondamentale fra il vero apparecchio ed il modello, e cioè nell'assenza del pilota.

Nell'idrovolante vero il baricentro si trova di solito davanti al gradino. L'effetto del peso, dunque, ad apparecchio poggiato sul gradino, è di provocare una rotazione in senso picchiante, contrastata soltanto dal momento cabrante offerto dai piani di coda opportunamente manovrati.

La fase di corsa sul gradino è preceduta da un periodo in cui, per effetto delle forze idrodinamiche sullo scafo, questo emerge dall'acqua, ed è conclusa da una deliberata manovra del pilota che, cabrando ulteriormente il velivolo, genera un improvviso aumento di portanza che determina il distacco finale. Subito dopo il pilota riporta, picchiando, l'apparecchio in linea di volo. Tutte queste belle cose nessuno le fa sull'idromodello e pertanto tutta la manovra di decollo deve risultare diversa e sopra tutto automatica. Nell'istante del distacco, cioè, il modello deve trovarsi nel migliore angolo di salita. Fino a questo momento non si avranno altri elementi di manovra che l'aumento progressivo di velocità, per effetto della trazione dell'elica che vince man mano l'inerzia della massa e le resistenze idro ed aerodinamiche, mentre le forme del fondo del galleggiante dovranno esse sole provvedere alla manovra, cioè ad assicurare ad ogni istante l'assetto voluto del modello.

Da queste considerazioni si deduce che nell'idromodello, a differenza del vero idrovolante, non possiamo valerci della posizione del gradino posteriormente al baricentro e della conseguente attitudine ad oscillare longitudinalmente secondo la volontà del pilota, ma dovremo invece creare due

appoggi almeno: uno anteriore, l'altro posteriore, fra i quali venga a cadere la verticale baricentrica e che generino, con le loro reazioni verticali, una forma di equilibrio longitudinale stabile, per cui mantenga l'assetto desiderato. Il problema è perciò circoscritto e definito nelle sue caratteristiche fondamentali. Per vedere in qual modo esso venga caso per caso risolto, dobbiamo esaminare più da vicino le forme effettive dei galleggianti e degli scafi, che l'aeromodellista costruisce per sostenere il modello sull'acqua.

Possiamo ora esaminare per gli idromodelli tre tipi caratteristici di sistemi, e cioè: 1) il sistema a tre galleggianti (fig. 106); 2) i galleggianti gemelli (fig. 107); 3) lo scafo o galleggiante centrale (fig. 108).

Tutti debbono soddisfare le caratteristiche di stabilità sopra espresse e naturalmente sostenere il modello in acqua. Per questo il loro volume complessivo dovrà essere maggiore di quello strettamente necessario in modo che essi galleggianti o scafi non risultino totalmente immersi a modello fermo sull'acqua. Il volume della parte immersa risulterà automaticamente tale, da spostare tanti centimetri cubi d'acqua quanti grammi pesa l'idromodello completo. E' consigliabile, in generale, per i galleggianti realizzare il volume doppio di quello così calcolato. Per gli scafi, invece, realizzare un volume maggiore varie volte di più, e ciò in relazione alle altre esigenze non idrodinamiche.

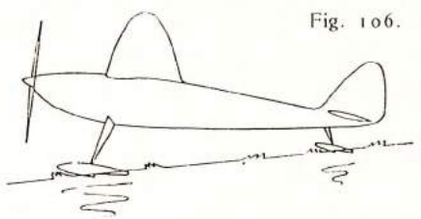


Fig. 106.

Nel sistema a tre galeggianti, i due anteriori, più importanti, si trovano senz'altro davanti al baricentro del sistema, e il terzo notevolmente indietro, sotto la coda. L'idromodello scivola perciò sul piano determinato dai tre appoggi e generalmente non cambia assetto durante tale fase in acqua, perchè le oscillazioni longitudinali sono impedite dalla presenza del galleggiante di coda. E' in questo caso che i tre galleggianti possono essere sprovvisti di gradino e muniti soltanto di una troncatura posteriore che lo

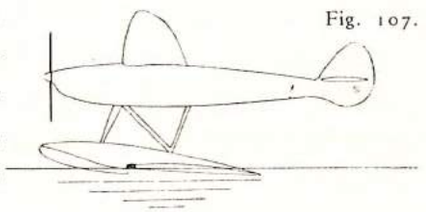


Fig. 107.

sostituisca. Tali spigoli determinano, infatti, sia l'appoggio anteriore che il posteriore. Quando il modello sfiora l'acqua coi tre gradini, o spigoli, dei galleggianti, l'assetto dell'ala deve essere quello di miglior salita. Quello dell'impennaggio viene in conseguenza determinato dalle prove di planata.

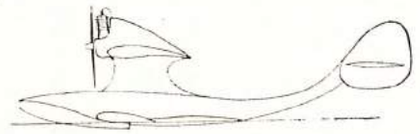


Fig. 108.

Può essere conveniente, in modelli che non hanno spunto di potenza iniziale, come in quelli a motore a scoppio, calettare l'ala ad una incidenza minore rispetto ai galleggianti pur mantenendo l'assetto prima definito fra ala e coda. In questo modo i galleggianti terranno il modello in acqua leggermente picchiato, e la reazione aerodinamica sul piano di coda tenderà invece a far aumentare l'incidenza comprimendo il galleggiante poppiero. Questo sarà perciò montato con forte incidenza rispetto alla superficie dell'acqua, in modo da contrastare con una reazione idrodinamica verso l'alto la tendenza all'affondamento. L'istante del decollo si manifesterà con uno staccarsi simultaneo dei due galleggianti anteriori e subito dopo del posteriore, mentre il modello eseguirà spontaneamente una piccola manovra di cabrata.

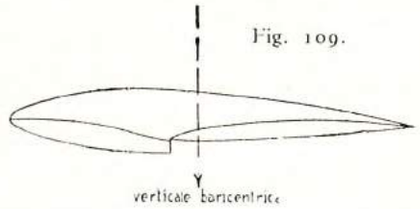


Fig. 109.

Di particolare importanza nella delicata fase di decollo sono le conseguenze della coppia di reazione dell'elica. E' un fatto che alcuni fra i più brillanti risultati conseguiti con idromodelli sono stati ottenuti con eliche controruotanti affrontate, che appunto eliminano la coppia di reazione. In generale invece l'effetto di questa coppia tende ad immergere di più uno dei galleggianti anteriori provocando un aumento di resistenza e la rotazione in imbardata di tutto il modello.

Tale rotazione può venire contrastata negli idromodelli a tre galleggianti dalla presenza del galleggiante di coda, che può utilmente venire foggiato a timone marino. In ogni caso non ci si deve lasciar tentare ad agire sui piani di coda, ma si può eventualmente inclinare lateralmente uno dei galleggianti principali.

Negli idromodelli a due galleggianti gemelli l'estetica è in genere meglio soddisfatta per la maggiore somiglianza con i veri apparecchi.

Le difficoltà però aumentano e si può considerare il modello come poggiato sull'acqua per quattro punti. Due di essi, anteriormente al baricentro, sono i gradini dei galleggianti stessi, che dovranno trovarsi appunto di poco avanzati rispetto al baricentro, differendo perciò da quelli dei veri idrovolanti. I punti di contatto posteriori sono gli spigoli poppieri dei due galleggianti che perciò avranno uno sviluppo longitudinale considerevole.

Qui gli effetti della coppia di reazione dell'elica sono considerevoli e non c'è altro modo di contrastarli che inclinando lateralmente uno dei galleggianti.

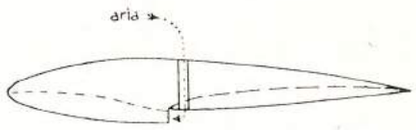


Fig. 110.

Per il funzionamento in pieno del galleggiante a gradino sorge il problema del dimensionamento del gradino stesso. Qui i dati sperimentali disponibili sono molto ridotti e suggerire rapporti e formule in base al peso dell'aeromodello, velocità, potenza, ecc. è evidentemente quasi impossibile. E' chiaro che scafi troppo allungati e gradino stretto prendono contatto con l'acqua su una striscia lunga e a forte immersione, mentre scafi larghi si immergono poco e ricevono una buona spinta verso l'alto. Il problema della larghezza del galleggiante o dello scafo è del resto tra i fondamentali anche per i veri idrovolanti e anche in tal caso soltanto l'esperienza fornisce dati veramente attendibili.

E' importante che la parte antistante al gradino sia sufficientemente sviluppata per provocare una spinta verso l'alto capace di contrastare il momento picchiante dovuto alla posizione necessariamente alta dell'asse di trazione. Il fondo sarà inclinato di pochi gradi in modo da presentare all'acqua un piano inclinato portante durante lo slittamento (fig. 109).

Secondo quanto abbiamo presupposto, considerando per ogni galleggiante due punti di contatto col liquido, bisogna ammettere che dopo il gradino l'acqua si stacchi dal fondo. Poichè il gradino avrà in ogni caso pochi millimetri di altezza, non sarà facile all'aria, destinata a sostituirsi all'acqua, di penetrare dietro ad esso di fianco. Potrà essere quindi di qualche utilità un foro verticale, formato da un tubetto di paglia, carta paraffinata,

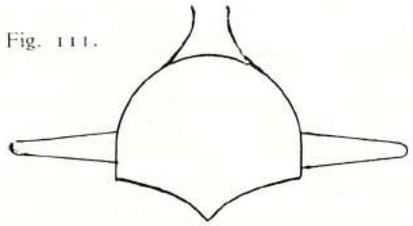
od altro, collegante la zona dietro il gradino con la coperta del galleggiante (fig. 110). L'aria potrà così entrare da sopra e riempire il vano scacciando l'acqua. E' un sistema adottato già con successo da qualche aeromodellista.

Molti costruttori di idromodelli si lasciano guidare dall'imitazione dei veri idrovolanti nel determinare la forma del fondo dei galleggianti. Per questo si vedono spesso scafi stellati, ossia con conchiglia a V con lo spigolo in basso.

Questa disposizione è usata in idroaviazione per ridurre gli sforzi del fondo in ammaraggio ed è tutt'altro che benefica durante il decollo.

La superficie della parte di fondo immersa viene aumentata, e la spinta verticale diminuita. Meglio sarebbe invece una sezione ad arco di cerchio con la concavità verso il basso, perchè in tal caso l'aria, entrando dal davanti e infilandosi sotto lo scafo, facilita lo scollamento di questo dal liquido. In complesso, però, risulta soddisfacente un fondo piano, purchè tanto rigido da non ondularsi durante il moto. Sarà bene in ogni caso armarlo internamente con elementi longitudinali, tenendo ben discoste dal rivestimento le ordinate trasversali.

Una categoria veramente interessante di idromodelli è quella fornita di scafo centrale, a cui appartengono specialmente modelli con motore a scoppio. Il motore ad elastico, infatti, non si presta molto bene alla realizzazione di questo tipo, perchè esigenze architettoniche generali portano al necessario impiego di trasmissioni e rinvii fra la matassa e l'elica, con inevitabile perdita di potenza proprio in un tipo di modello che ne deve avere ad esuberanza.


Fig. 111.

Il problema più grave che si offre ai costruttori di idromodelli a scafo centrale è quello della stabilità laterale in acqua. Qui non c'è il pilota a manovrare provvidenzialmente gli alettoni ed è inopportuno montare dei galleggiantini alle estremità delle ali. Basta infatti che uno di essi si immerga per provocare una grave resistenza dalla propria parte e la immediata rotazione di tutto il modello, con quasi inevitabile bagno generale. Una soluzione

è offerta dalla larghezza stessa dello scafo, ma si vede subito che tale larghezza, per essere anche efficace, risulta inevitabilmente eccessiva. Ne soffrono l'estetica e l'aerodinamica, e un po' anche l'idrodinamica per l'esagerato aumento delle superfici bagnate. La soluzione più razionale, che ha dato finora i migliori risultati pratici, è quella delle pinne (fig. 111).

Si intendono per pinne due corte e tozze ali, che sporgono lateralmente dalle pareti dello scafo, a fior d'acqua. Questo genere di dispositivo stabilizzante, largamente usato in passato negli idrovolanti e più recentemente nei transoceanici, risolve il problema con un organo che, una volta terminata la fase di percorso in acqua, è ancora utile, perchè oggetto di reazioni aerodinamiche analoghe a quelle dell'ala principale, e perciò contribuenti alla sostentazione. Nei veri idrovolanti, le pinne toccano ambedue l'acqua e sono troncate posteriormente a gradino o portano un vero e proprio gradino trasversale che continua quello principale dello scafo.

La vasta superficie slittante aiuta fortemente lo scafo ad uscire dall'acqua, per scivolare poi soltanto sul ristretto gradino centrale di scafo. Nel caso degli aeromodelli, esperienze assai approfondite hanno dimostrato l'utilità delle pinne e di un fondo a tre gradini. Un gradino centrale, su cui tutto l'idromodello scivolerà immediatamente prima del decollo, va sistemato appena avanti la verticale baricentrica. Un secondo gradino sarà messo molto più avanti, con l'ufficio di sostenere la prora ed evitare ogni infilamento in acqua nonostante la linea di trazione necessariamente elevata. Un terzo gradino va disposto molto indietro, e deve assolutamente impedire che i piani di coda, per effetto di moti di beccheggio o per forte vento, vadano a bagnarsi nell'acqua. In tal modo lo scafo, considerato come riproduzione degli scafi d'idrovolante veri, risulta alquanto lungo sia davanti che dietro, ma può essere stretto a volontà, per la presenza stabilizzante delle pinne che, in riposo, devono appena sfiorare la superficie dell'acqua. Si consiglia anche di limitare l'apertura, per non dare al vento troppo braccio di leva quando fa presa sulle ali, e perciò migliorare la stabilità al galleggiamento. Una posizione molto elevata del piano di coda è utile per varie ragioni. Anzitutto, il motore essendo in alto, si porta il piano sotto il soffio dell'elica. Poi lo si toglie dalla vicinanza pericolosa dell'acqua; per di più si solleva il centro di deriva laterale. Un idromodello, infatti, sia a galleggianti, sia a scafo, ha sempre un eccesso di superfici resistenti sotto al baricentro. Manca, insomma, di deriva alta ed ogni sforzo destinato a rialzarne le superfici laterali e perciò ad abbassare il baricentro è benvenuto. Per tale ragione un idromodello ben costruito avrà sempre un marcato diedro alare laterale, che, naturalmente, per quanto a suo tempo abbiamo esposto, verrà accompagnato da una grande deriva. E' opinione diffusa che un idromodello debba avere, per dare buoni risultati, un eccesso di potenza notevole. Ciò è vero soltanto in parte, e il costruttore che ha risolto con attenzione i problemi relativi al dimensionamento dei galleggianti o dello scafo, alla disposizione dei gradini, e soprattutto alla più completa stabilità in acqua da fermo, non troverà molto più difficile far staccare un idromodello dalla superficie, anche un poco increspata, del mare, di quel che non sia a farlo decollare da terra coi mezzi che la tecnica più nota ha ormai largamente provato.

IL MOTORE AD ELASTICO

Una matassa di fili di gomma elastica costituisce il motore più economico, più pratico e più adatto per molti modelli volanti.

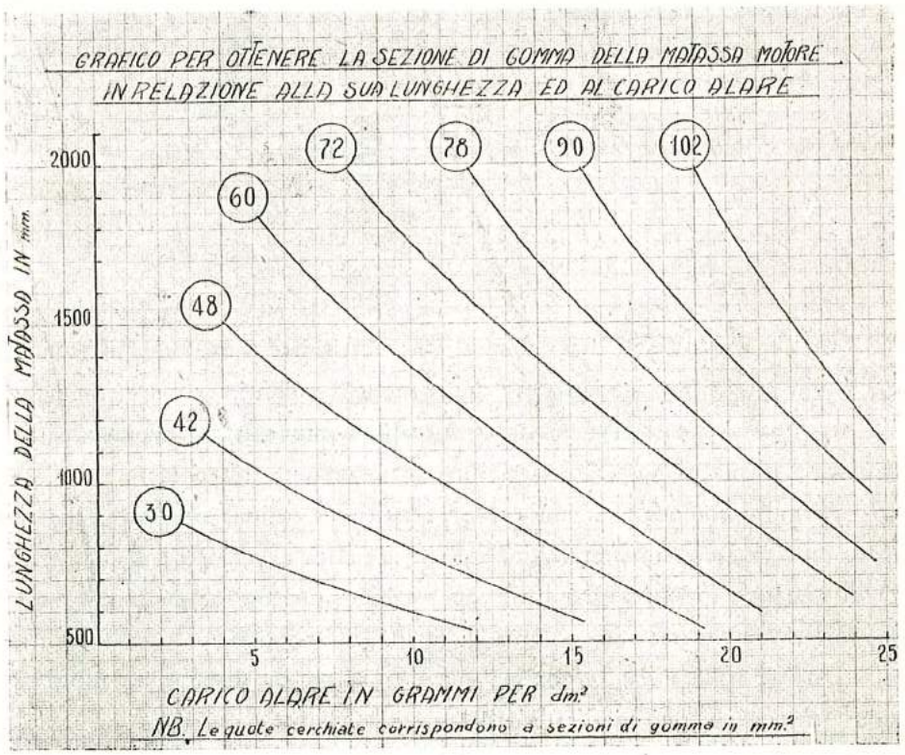
La qualità che si deve adoperare è quella comunemente chiamata para, tagliata a forma di nastro, preferibilmente di sezione rettangolare.

Alcuni aeromodellisti adoperano l'elastico di sezione quadrata, che si trova più facilmente in commercio, ma che, a parità di sezione e di lunghezza di matassa, sopporta una carica di torsione inferiore a quella che può sopportare una matassa di gomma di sezione rettangolare.

Occorre badare che la gomma che si acquista sia di recente fabbricazione, cosa che si può giudicare dall'elasticità della gomma stessa, la quale, invecchiando, diviene più dura e fragile. La gomma che normalmente si trova in commercio ha un allungamento di circa sette od otto volte la sua lunghezza naturale. Se si tratta di gomma fabbricata da poco tempo, si conserva a lungo, purchè sia mantenuta pulita, in luogo fresco, fuori dal contatto dell'aria, e chiusa in una scatola, possibilmente metallica e stagnata, ripiena di talco.

Per stabilire la quantità di elastico necessaria per un determinato aeromodello, molti costruttori si regolano a caso e procedono per tentativi;

altri stabiliscono senz'altro che il peso complessivo di gomma debba essere dal 20 al 30 per cento del peso totale dell'apparecchio. In verità è commamente difficile determinare con esattezza il peso della matassa elastica dei singoli aeromodelli. Tuttavia, in sèguito ad una lunga serie di esperienze pratiche, ancora una volta il problema è stato risolto con un diagramma di cui ci serviremo per stabilire la quantità di elastico necessaria per i modelli monomotori con profilo alare normale.



Nel grafico è segnata una serie di linee curve, ciascuna delle quali corrisponde ad una sezione di matassa, espressa in millimetri quadrati. La scala verticale, per valori da 500 a 2.000, corrisponde alle diverse lunghezze di matassa, comprese fra m/m. 500 e m/m. 2.000. La scala orizzontale, per valori da zero a 25, corrisponde al carico alare, espresso in grammi per decimetro quadrato di superficie portante.

I numeri segnati nell'interno dei cerchietti corrispondono alle sezioni

totali delle matasse, composte di un numero pari di fili d'elastico, di sezione di m/m 1×3; però l'aeromodellista potrà immaginare, frapposte alle linee del grafico, altre linee corrispondenti ad altre sezioni che non siano quelle segnate, il cui valore potrà essere facilmente ricavato per interpolazione.

L'uso del grafico è pressochè identico a quello per calcolare il diametro e il passo dell'elica.

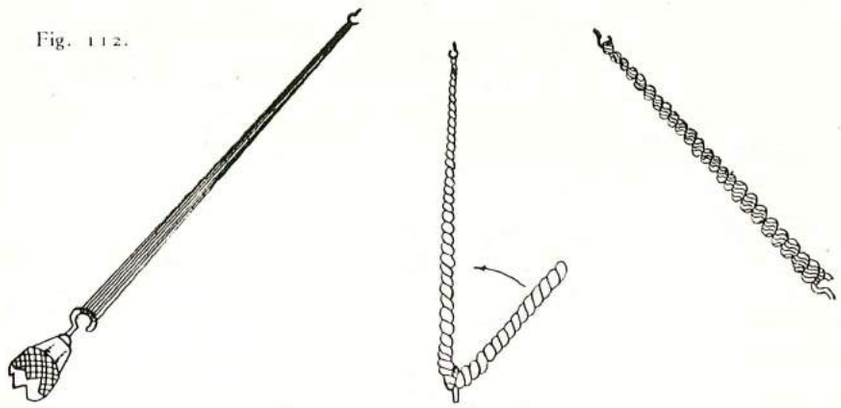
Prima di montare sull'aeromodello la matassa (formata nel modo che vedremo più avanti) noi spalmeremo la gomma di glicerina pura, o di sapone senz'acidi sciolto nell'acqua (si consiglia il sapone per barba). Questa lubrificazione è necessaria per favorire la scorrevolezza dei fili che compongono la matassa, sopra tutto quando si vorrà, con un grande numero di giri, attorcigliarla al massimo. L'elastico, però, non deve rimanere sull'apparecchio. Lo si smonti sempre dopo i voli e lo si lavi accuratamente nell'acqua fredda corrente per eliminare la glicerina, o il sapone, e quindi lo si asciughi e lo si riponga nuovamente nella scatola di latta bene impolverato di talco.

La preparazione della matassa per il montaggio sull'aeromodello è operazione delicata e importante. Anzitutto, si ricoprano i ganci, anteriore e posteriore, con un tubetto di gomma (quello per valvole da biciclette va benissimo) onde evitare il contatto diretto fra i fili della matassa e il metallo. Si avvolga poi il filo attorno a due chiodi, piantati su una tavola alla distanza voluta, in modo da ottenere tanti anelli, ognuno dei quali costituirà due fili della matassa completa.

La lunghezza da assegnare alla matassa varia secondo il sistema di motore che si intende adottare. Poichè il numero di giri che una matassa può fare è funzione diretta della sua lunghezza (e noi abbiamo interesse ad aumentare il numero di giri e perciò la durata di scarica) è invalso l'uso di fare le matasse più lunghe della distanza fra i ganci (cioè della lunghezza utile di fusoliera) evitando però che esse pendano nell'interno, quando sono scariche, con alcuni artifici. Uno di questi è costituito dalla cosiddetta «*treccia* ». La *matassa a treccia* (fig. 112) è formata da una matassa ordinaria, preparata di lunghezza più che doppia della distanza fra i ganci. A questa matassa si dà, in senso inverso a quello normale di carica, un certo numero di giri, in genere circa una cinquantina; poi la si raddoppia, e si lascia svolgere

liberamente. Si vedrà formarsi una treccia grossa e morbida, accorciata alla lunghezza giusta dalla tensione iniziale della gomma, data dai giri preliminari. E' graduando per tentativi il numero di questi giri iniziali che si può otte-

Fig. 112.



nere esattamente la lunghezza di treccia voluta. La matassa accorciata si monta poi nel modello e si carica come più oltre indicato. Altro sistema per usare una matassa lunga è il tenditore. Questo è un semplice dispositivo a molle montato nel muso del modello e incorporato nell'albero dell'elica, che ar-

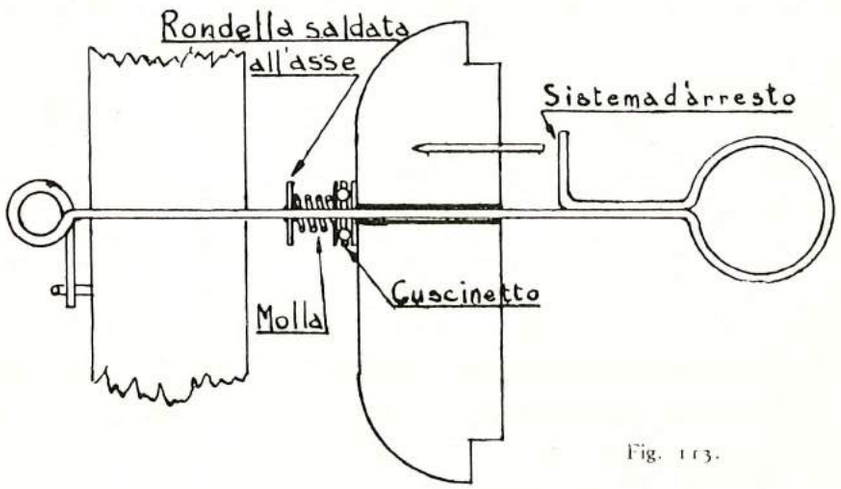


Fig. 113.

resta la rotazione di tale albero quando la tensione della matassa elastica scende oltre un certo valore. In questo modo restano avvolti alcuni giri di carica, che sono sufficienti a mantenere la matassa tesa evitando che ricada su fondo della fusoliera (figg. 113-114-115).

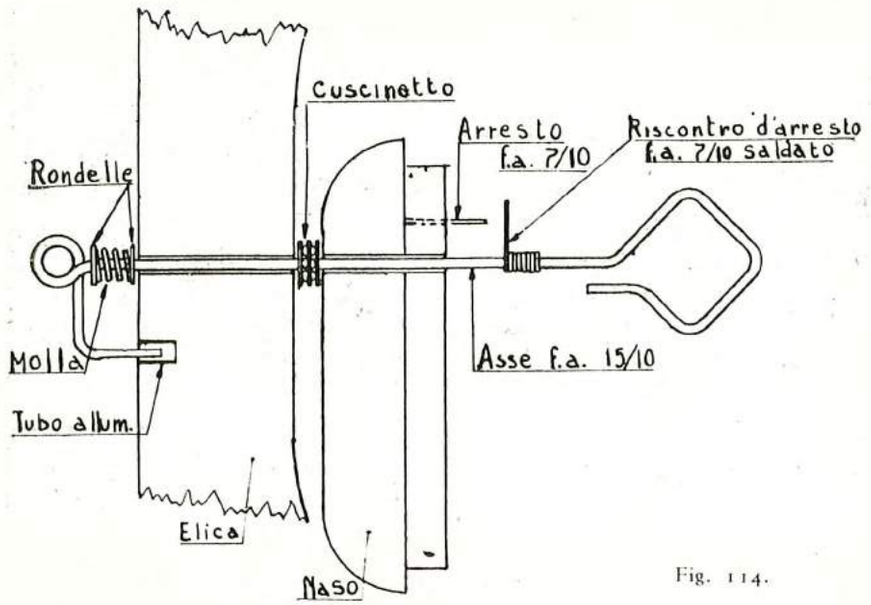


Fig. 114.

Si carica a mano una matassa facendo girare con le dita l'elica in senso inverso a quello normale di lavoro, ossia inverso al senso in cui l'elica deve girare per avanzare nell'aria. Ma, normalmente, l'aeromodellista carica il motore di elastico del suo apparecchio con l'aiuto di un comune trapano

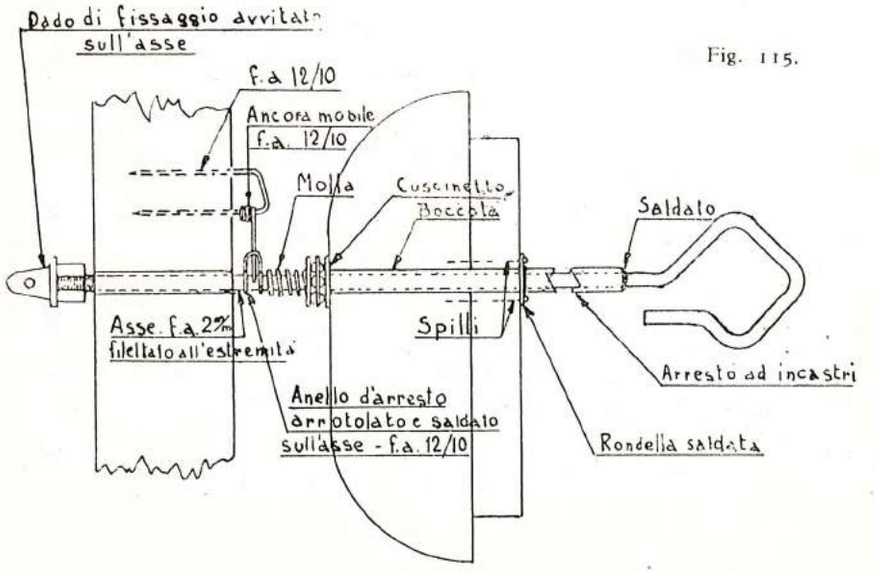


Fig. 115.



Sganciata l'elica, si aggancia il trapano alla matassa.

a mano, con ingranaggi a rapporto moltiplicatore, sul mandrino del quale, in luogo della punta, viene fissato un piccolo gancio con cui si afferra, dalla parte anteriore o da quella posteriore, la matassa da caricare (vedi fig. 116).

Il numero massimo di giri di carica varia a seconda della lunghezza e sezione della matassa, nonchè con la qualità della gomma impiegata. E' possibile ricavare col calcolo il numero massimo di giri che una data matassa può sopportare, facendo precedere il calcolo stesso da una serie di prove sperimentali, da ripetersi ogni volta che si cambi qualità o partita di gomma. La prova si eseguisce preparando con la gomma in esame (che supporremo del tipo a sezione rettangolare, larga 3 mm.) una matassina lunga 30 cm. composta di 20 fili (10 anelli) e caricandola con un trapano, nel modo consueto (attaccandola da una parte ad un punto fisso, per esempio la maniglia di una porta), cioè sotto tensione e previa accurata lubrificazione, fino a rottura. Si noti il numero di giri a cui ha resistito e si divida per 30 (lunghezza in centimetri della matassa) per avere il *numero di giri per centimetro*. Questo numero è il coefficiente caratteristico C della nostra gomma. Per avere adesso il numero di giri totale di qualunque altra matassa fatta con tale gomma, si moltiplica il coefficiente caratteristico C così trovato per

la lunghezza della matassa in centimetri e per un secondo coefficiente *K* che tiene conto del *numero dei fili* e che è dato dalla seguente tabella:

N. dei fili	Coefficiente K.	N. dei fili	Coefficiente K.
4	0,70	20	0,28
6	0,56	22	0,26
8	0,48	24	0,25
10	0,43	26	0,24
12	0,39	28	0,23
14	0,35	30	0,225
16	0,32	32	0,220
18	0,30	34	0,215

Tutto ciò vale per il tipo di gomma usuale a fettuccia, larga 3 mm. Per sezioni *minori* è possibile aumentare il numero di giri, che per il filo quadrato di sezione 1×1 mm. arriva a circa il doppio di quello ricavato coi procedimento di cui sopra.

Il metodo è stato verificato in numerose pratiche applicazioni ed è di uso normale negli Stati Uniti. Esso ha un fondamento teorico esatto che è qui inutile riportare ed ha il vantaggio di consentire la determinazione accurata del numero di giri per qualunque matassa per mezzo di prove su una



La matassa allungata viene sottoposta alla carica con l'aiuto del trapano.

quantità limitata di gomma. Infatti, anche ripetendo più volte la prova di rottura della matassina, per controllarne l'esattezza e farne una media, si incontrerà certo una spesa minore di quella che importerebbe la rottura della matassa definitiva del modello completo.

Per chi, però, per ragioni di economia, di semplicità, od altro, non voglia adottare il sistema illustrato, diamo qui di fronte un grafico già più volte collaudato dall'esperienza che permette di trovare facilmente il numero di giri sopportabili da una matassa in base al peso ed alla lunghezza di questa.

Il grafico in questione (pag. 185) è composto di tre colonne graduate: la prima rappresenta il peso della matassa in grammi, la seconda la lunghezza della matassa in cm. e la terza il numero dei giri.

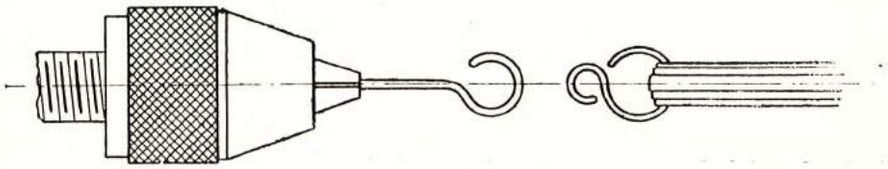
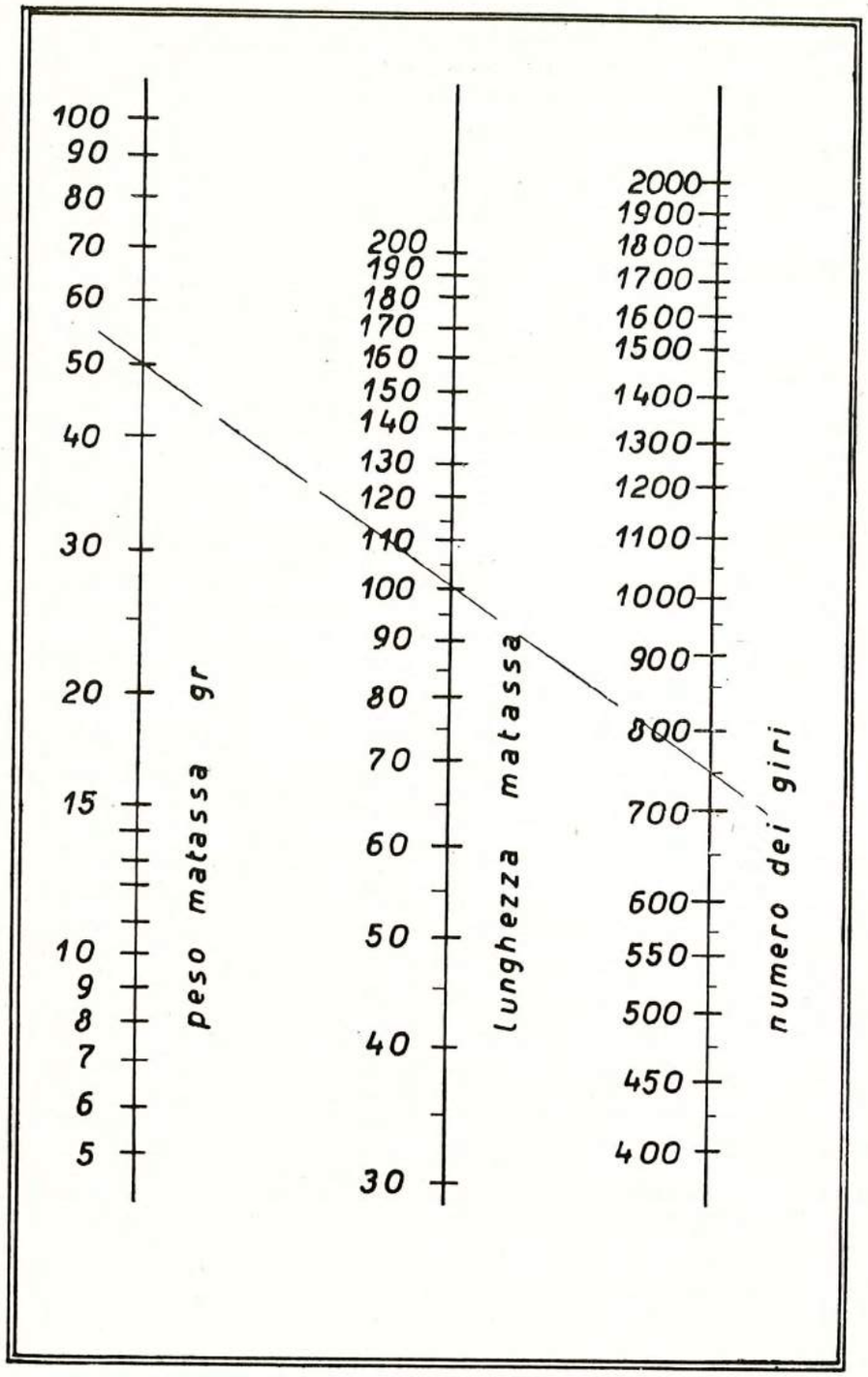


Fig. 116.

Conoscendo il peso e la lunghezza di una matassa se ne trovano i valori sulle scale corrispondenti, si uniscono questi valori con una linea ed il punto di incontro di questa linea con la scala del numero dei giri dà il valore massimo del numero dei giri che la matassa può sopportare.

Si può caricare il modello con la matassa allungata, come è dimostrato nella fotografia a pagina 183, e si può caricare con la matassa in istato naturale. Ma è senz'altro da preferire il primo sistema, riservando il secondo alle piccole cariche necessarie per eseguire prove di centraggio del modello. La carica con mezzi meccanici, e cioè con l'aiuto del trapano, di una matassa allungata si esegue, come abbiamo scritto sotto alle fotografie dimostrative a pagina 182 e a pagina 183, tendendo l'elastico dalle due alle tre volte la sua lunghezza naturale. Se si capisce che la gomma può resistere ad una maggiore tensione, si tenda ancora di più: si potrà così praticare un maggior numero di giri.

Mentre il trapano gira, sulla matassa che si accorcia continuamente si vanno formando via via dei nodi fino a ricoprirla da un capo all'altro.



A questo punto si seguiterà a girare il trapano lentamente fino a che la matassa sarà diventata della lunghezza normale.

Con questo sistema, sempre tenendo conto della lunghezza della matassa e della sua sezione, è possibile, con elastico di buona qualità che sia stato prima convenientemente snervato, raggiungere un numero di giri di carica elevatissimo.

Lo snervamento dell'elastico deve essere fatto per gradi, progressivamente. Preparata una matassa, la si sottopone prima ad un piccolo sforzo e via via a sforzi maggiori. Naturalmente, sarà soltanto con matasse scrupolosamente preparate e accuratamente snervate, che si potranno raggiungere alti limiti di carica e si otterranno, quindi, i migliori risultati.

Concludendo, è da escludere che il motore ad elastico restituisca l'energia immagazzinata in modo irregolare, come si crede comunemente. Se la matassa è stata sapientemente preparata, seguendo cioè le indicazioni che vi abbiamo date, lo sviluppo del diagramma dell'energia restituita sarà in salita in un primo tempo, per divenire poi quasi rettilineo per un lunghissimo tratto. Diminuirà, quindi, progressivamente verso la fine della carica, esaurita la quale l'apparecchio sfrutterà le proprie qualità aerodinamiche per la discesa in volo planato.

Per poter misurare e calcolare l'energia immagazzinata dalla matassa elastica e restituita dal lavoro dell'elica si potrebbero usare speciali formule, di cui, però, riteniamo inutile parlare in questo manuale.

IL MOTORE AD ARIA COMPRESSA

Tra i motori meccanici per aeromodelli uno dei più usati è quello ad aria compressa, che può essere a cilindri verticali fissi e a cilindri disposti a stella, fissi o rotativi. Naturalmente, questi tipi di motore richiedono un serbatoio nel quale si possa comprimere l'aria. Il motore ad aria compressa più usato, e che dà i migliori risultati, è quello a cilindri fissi a stella.

Il tipo più semplice di questi motori è a tre cilindri, rappresentato con la fig. 117 nella sezione longitudinale, e con la fig. 118 nelle due sezioni trasversali: una, sull'asse dei cilindri, l'altra, sull'asse dei tubi di distribuzione, che nella figura sono sovrapposte. Questo motore è costruito interamente in ottone per quanto riguarda tutto ciò che è fisso (carter, cilindri, boccola dell'albero motore, che serve anche per la distribuzione, tubi); interamente in acciaio per quanto riguarda tutte le parti mobili (pistoni, bielle, alberi e perni). Il carter, o corpo, *a*, di costruzione leggera, porta i cilindri, *b*, la boccola dell'albero motore, *c*, i tubi, *d*, che collegano questa con i cilindri ed il tubo *e*, che serve per la presa d'aria dal serbatoio. Tutte queste parti sono saldate a stagno l'una con l'altra e formano un blocco unico.

In ogni cilindro scorre un pistone, *f*, collegato, a mezzo della biella *g*, con una boccola *h* girevole attorno al perno *i*, solidale attraverso all'eccentrico *l* con l'albero motore *m*.

Il carter viene stampato in lamiera sottile. I cilindri, ricavati da tubo trafilato con parete sottile, debbono essere rettificati nella parte interna: un coperchietto costruito al tornio od in lamiera stampata, saldato all'estremità superiore dei cilindri, ne chiude la cavità.

La boccola dell'albero motore è tornita: internamente deve avere una scanalatura circolare A, nella quale sbocca il tubo di presa d'aria dal serbatoio. Su un altro circolo spostato rispetto a quello della scanalatura A vi sono dei fori (quanti sono i cilindri) esattamente ripartiti sulla circonferenza della boccola. Per il motore a tre cilindri i fori sono a 120° l'uno dall'altro. Se, invece, i cilindri fossero quattro, l'angolo tra un foro e l'altro sarebbe 90°. Questi fori sono in comunicazione, mediante i tubi *d* saldati con l'interno dei cilindri.

La scanalatura A riceve dal serbatoio l'aria che deve essere distribuita ai cilindri; i tubi *d* servono ad immettere l'aria nei cilindri durante la fase di pressione ed a lasciarla uscire durante la fase di scarico.

I pistoni, come abbiamo detto, sono in acciaio, e ciò per evitare il pericolo di grippamento, che può verificarsi quando due pezzi dello stesso materiale lavorano assieme per sfregamento. Sono torniti e alleggeriti il più possibile, perfettamente rettificati all'esterno perchè devono alloggiare con esattezza e scorrere entro i rispettivi cilindri a tenuta d'aria.

In ogni pistone è fissata una forcella a due occhielli sulla quale è imperniata la biella. Le bielle, in lamierina di acciaio, sono forate all'estremità opposta del pistone, per poter alloggiare con minimo giuoco nella boccola scorrevole attorno al perno solidale con l'eccentrico dell'albero motore. Siccome le bielle non possono stare sullo stesso piano, sono appositamente curvate, in modo che i pistoni lavorino tutti sullo stesso asse dei cilindri, senza forzare lateralmente nell'interno di questi.

L'albero motore è anch'esso in acciaio, rettificato, e deve alloggiare perfettamente entro la sua boccola di distribuzione. L'albero, che è, forse, in questo tipo di motore, il pezzo più complicato e delicato da costruire, deve essere fatto con la massima precisione. Anche l'alloggio deve essere perfetto per impedire qualsiasi fuga d'aria.

Nella prima parte dell'albero, esterno al motore, vi è la filettatura, per mezzo della quale si monterà l'elica. La seconda parte dell'albero, interna

al motore, è cava. Vi sono uno o due fori che al montaggio devono trovarsi entro alla scanalatura A della boccola di distribuzione. Gli altri due fori corrispondono all'asse dei tubi *d*. La terza parte dell'albero è formata dall'eccentrico *l* il cui raggio corrisponde alla metà della corsa del pistone.

La cavità interna dell'albero motore sbocca liberamente nell'interno del carter, che è aperto posteriormente. Questa cavità è divisa da un diaframma, *n*, riportato e saldato, in due camere: una anteriore di pressione, l'altra, posteriore, di scarico. Quella di pressione si trova in comunicazione con la scanalatura A, per mezzo della prima serie di fori. Inoltre è in comunicazione con la fessura P dell'albero. La camera di scarico ha, invece, libera comunicazione con l'esterno, ed ha comunicazione con la fessura S dell'albero. Le lunghezze delle fessure P e S devono essere della massima precisione, per ottenere, al tempo esatto, la distribuzione dell'aria di pressione nei cilindri, e ricevere, pure a tempo esatto, l'aria di scarico. L'eccentrico che porta il perno e la boccola, su cui lavorano le bielle, può essere fatto a parte e poi saldato all'albero. La sua posizione, rispetto all'albero, è stabilita in relazione all'asse della fessura di pressione P. L'angolo che l'asse dell'eccentrico forma con quello della fessura P si stabilisce, e si fissa in pratica nel montaggio, a seconda che si vuol far ruotare l'albero motore in un senso o nell'altro, tenendo però conto che non bisogna creare punti morti. Otterremo così d'avere il motore sempre pronto a mettersi in moto, qualsisia la posizione dei pistoni.

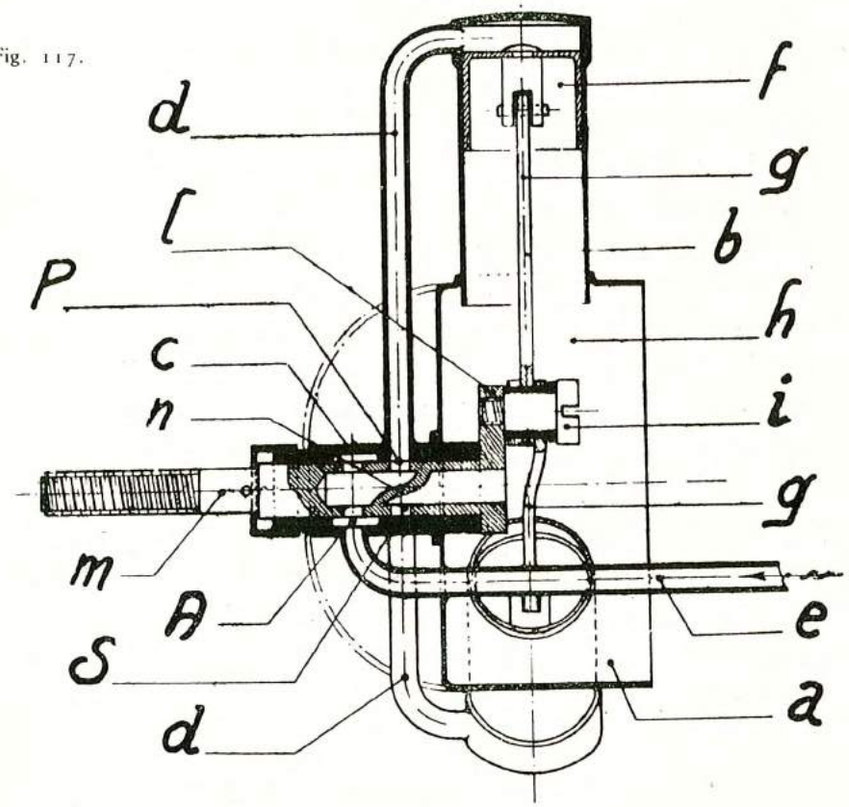
Le dimensioni del motore variano a seconda della potenza e del numero di giri che si richiedono. Naturalmente, oltre alla leggerezza, occorre curare l'esattezza della costruzione, specialmente per quelle parti (albero, boccola di distribuzione, pistoni e cilindri) che devono avere una perfetta tenuta.

Sconsigliamo assolutamente a coloro che non hanno attitudini speciali e che non hanno pratica delle costruzioni meccaniche, di costruire da sè questi motori. Per riuscirvi occorre essere provetti meccanici. La tenuta perfetta dei pistoni, dell'albero e l'assenza di qualsiasi giuoco fra le varie parti che debbono lavorare assieme, sono possibili soltanto in un lavoro eseguito da un abile operaio di precisione.

Il funzionamento di un motore di questo tipo avviene in questo modo: il tubo, *e*, in comunicazione con la fonte dell'aria compressa (serbatoio),

porta un rubinetto per aprire od interrompere il passaggio dell'aria compressa. L'aria passa in direzione della freccia (vedi fig. 117), con una velocità più o meno grande, a seconda del diametro interno del tubo e della pressione dell'aria nel serbatoio. Dal tubo *e* l'aria passa per la fessura A, entra, attraverso i fori, nella camera di pressione dell'albero per uscirne dalla fessura P, che è sempre in comunicazione con almeno uno dei tubi *d*.

Fig. 117.

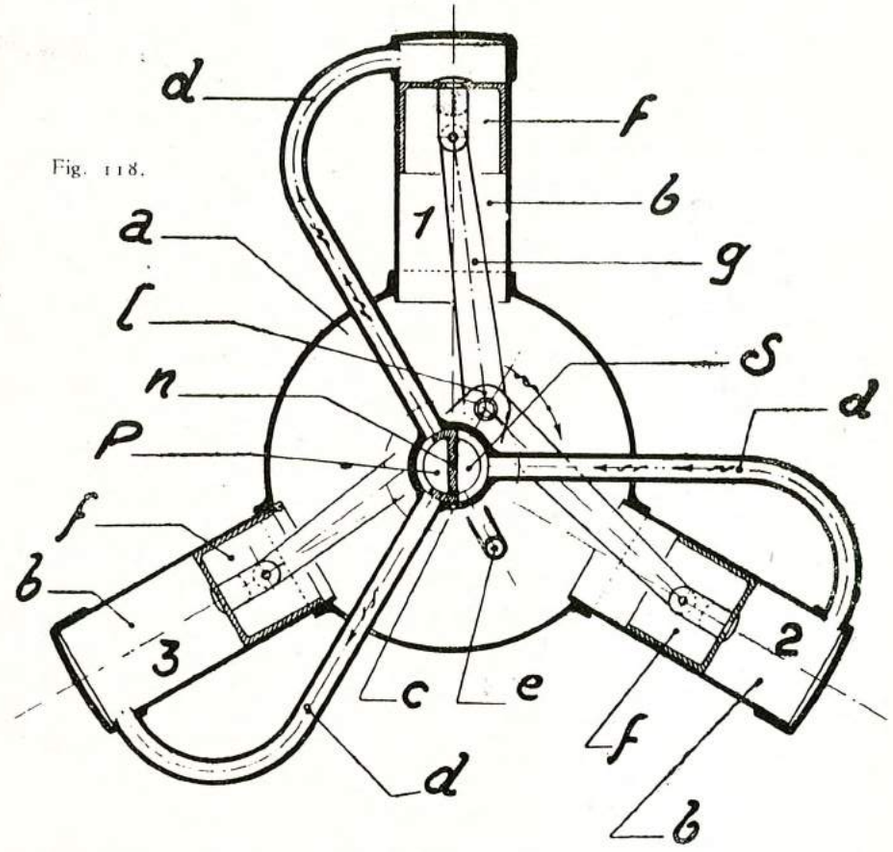


Si consideri ora la posizione delle singole parti sulla fig. 118.

Osserviamo anzitutto che la camera di pressione P dell'albero motore è in comunicazione, per mezzo di due tubi, *d*, con l'interno del cilindro 1, superiore, e del cilindro 3, inferiore sinistro. La camera di scarico S dell'albero motore, è in comunicazione con l'interno del cilindro 2, inferiore destro, per mezzo del relativo tubo *d*. Nei cilindri 1 e 3 si esercita,

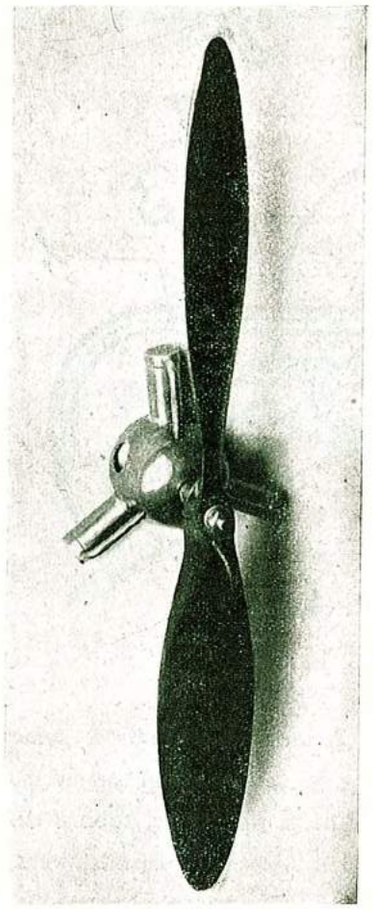
perciò, una pressione sul pistone, mentre il pistone del cilindro 2 è in comunicazione con l'esterno. I pistoni 1 e 3 si muoveranno, spinti dall'aria compressa, verso l'albero motore, che subirà, per effetto delle bielle, un movimento di rotazione, indicato dalla freccia. Questo movimento dell'albero motore viene trasmesso a mezzo della biella al pistone 2, che si muo-

Fig. 118.



verà verso la testa del cilindro. L'aria perciò si muove, nei tubi *d*, come indicano le freccie: nei tubi *d* dei cilindri 1 e 3, dal serbatoio, attraverso la camera di pressione P, verso i cilindri (fase di pressione); nel tubo *d* del cilindro 2, attraverso la camera di scarico S, dall'interno del cilindro verso l'esterno. Osserviamo ora che l'albero motore, nel movimento di rotazione, chiude la comunicazione dal serbatoio al cilindro 3, che è giunto all'estre-

mità inferiore della propria corsa, apre completamente la comunicazione dal serbatoio al cilindro 1, che è in fase discendente, lascia aperta la comunicazione dal cilindro 2 all'esterno, finchè il pistone di questo cilindro non è giunto all'estremo superiore della propria corsa. Prima che il pistone 1 sia giunto al punto estremo inferiore, si apre la comunicazione dalla camera di pressione P al cilindro 2, che entra in fase di pressione, spingendo sulla biella e facendo ruotare ancora l'albero motore. Il cilindro 3, intanto, è entrato in fase di scarico, attraverso la camera S, che è venuta a disporsi di fronte al tubo *d* di questo cilindro. Così il ciclo continua, poichè la rotazione dell'albero motore distribuisce l'aria compressa successivamente ai cilindri, e libera l'aria contenuta nei cilindri che già hanno lavorato.

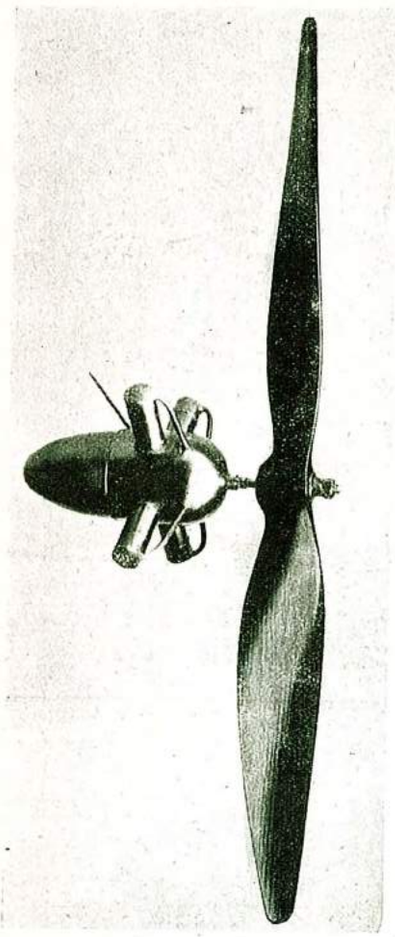


Motore ad aria compressa a tre cilindri con elica montata.

Questo tipo di motore ha ottime caratteristiche, e, in proporzione al minuscolo volume e al piccolo peso, sviluppa una notevole potenza e un numero elevato di giri.

Come in tutte le macchine, anche in questa occorre la lubrificazione. Naturalmente, si tratta di modestissima lubrificazione. Difatti, considerando che la durata di funzionamento è quasi sempre di pochi minuti, basterà far penetrare nei cilindri qualche goccia di olio, non troppo denso e nemmeno troppo fluido; e ciò contribuirà anche a ridurre al minimo le eventuali piccole fughe di aria.

Con motori di questo tipo si possono costruire dei grandi e bellissimi aeromodelli, assomiglianti magari ad apparecchi veri, senza la preoccupazione di eccedere nel peso totale, poichè con eliche ben fatte ed accuratamente studiate si possono far volare modelli persino di 1500 grammi. Per progettare uno di questi motorini ad aria compressa è necessario seguire il procedimento di calcolo con le seguenti formule, dove:



Motorino ad aria compressa a quattro cilindri con elica montata.

CV = potenza resa;

P = pressione costante di lavoro, in chilogrammi;

C = corsa di un pistone, in metri;

S = superficie della sezione di un cilindro, in centimetri quadrati;

V = volume di ogni cilindro, o cilindrata, in centimetri cubi;

Q = quantità d'aria, trasmessa dal serbatoio al motore al minuto secondo, in centimetri cubi.

N = numero dei cilindri del motore;

n = numero dei giri dell'albero motore, per minuto primo;

i = 0,25-0,30, coefficiente approssimativo delle perdite di carico dovute alla resistenza dell'aria attraverso tubi ed alberi di distribuzione, ed alla resistenza opposta dell'aria al movimento dell'elica.

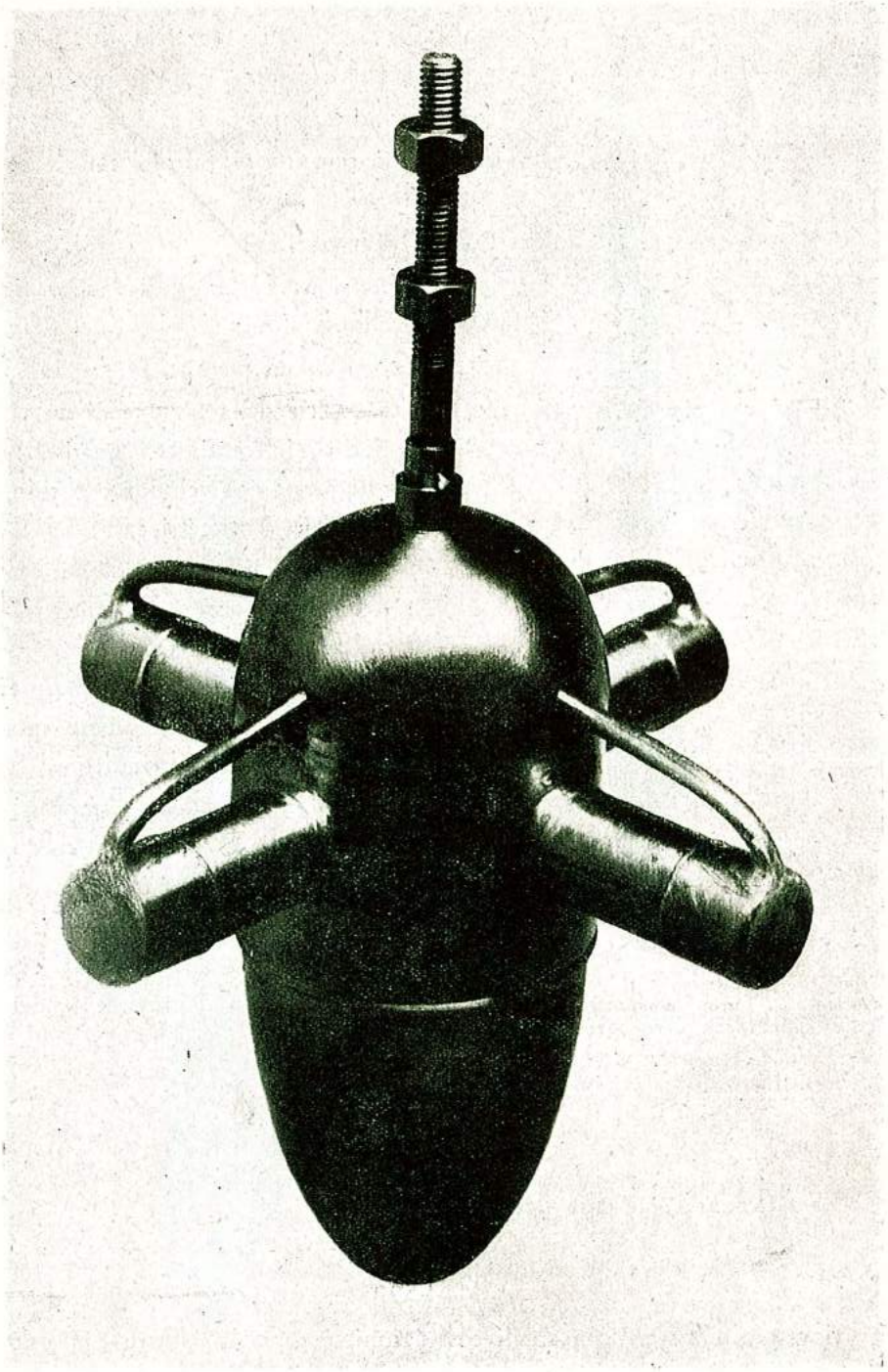
Il numero di giri al minuto primo è dato dalla formula:

$$n = \frac{60 \times Q \times i}{V \times N}$$

La potenza resa è data dalla formula:

$$CV = \frac{P \times C \times S \times N \times n}{4.500}$$

Il valore di Q, nelle normali costruzioni, è generalmente di cm^3 500 circa, supponendo di avere un tubo di presa d'aria con diametro interno di millimetri due ed una pressione costante di cinque atmosfere.



Motorino ad aria compressa a quattro cilindri.

Il coefficiente *i* è inversamente proporzionale alla resistenza opposta dall'aria alla rotazione dell'elica. Per conseguenza si dovrà adottare un piccolo valore quando l'elica ha diametro o passo notevole. Grande invece in condizioni opposte.

Per la buona manutenzione di questi motori è bene evitare di farli funzionare senza elica, dati gli attriti che si genererebbero alle alte velocità di rotazione.

SERBATOI E REGOLATORI DI PRESSIONE

Come abbiamo visto nella prima parte del presente capitolo, il serbatoio è la sorgente dalla quale l'aria compressa affluisce al motore.

I serbatoi devono essere costruiti in modo che la loro sezione trasversale sia, in ogni punto, di forma circolare. E' bene che gli aeromodellisti non pensino, assolutamente, di fare serbatoi sagomati secondo la forma delle comuni fusoliere: siffatti serbatoi, non resistendo che a debolissime pressioni interne, si deformano presto, o, addirittura, si spezzano dopo i primi esperimenti. Quindi noi potremo fare serbatoi di forma cilindrica, o di tronco di cono.

Il materiale più adatto per queste costruzioni è la lamiera di *ottone crudo*, comunemente chiamata lamiera di *ottone navale*.

Lo spessore della lamiera da adoperare dipende dal diametro del serbatoio e dalla pressione a cui si progetta di sottoporlo. Può essere calcolato con la seguente formula:

$$s = \frac{H \times D}{2 \times K}$$

nella quale

s = spessore della lamiera in millimetri;

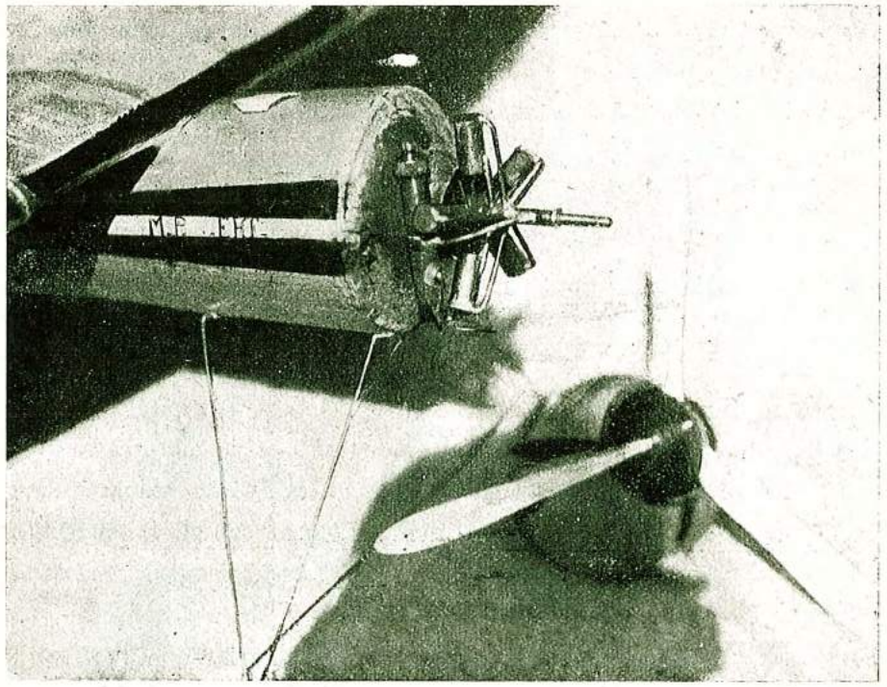
H = pressione di carico, in metri (10 metri per ogni atmosfera di pressione);

D = diametro del serbatoio, in metri;

K = coefficiente del carico limite di elasticità per l'ottone laminato, di valore 12.

Nel caso del serbatoio a forma di tronco di cono, per D si assumerà il diametro della sezione maggiore.

I serbatoi devono essere chiusi alle estremità con fondelli della stessa



Motore ad aria compressa a cinque cilindri con regolatore automatico.

lamiera e dello stesso spessore, aventi forma semisferica o comunque convessa verso l'esterno. Le saldature devono essere fatte ad arte e con stagno di ottima qualità. E' meglio evitare le giunzioni con aggraffature delle parti che si saldano perchè, essendo la lamiera di spessore molto sottile, la struttura risulterebbe fragile proprio nel punto che, invece, deve essere più resistente. Essendo il lamierino sottile di ferro e la latta più leggeri dell'ottone e con coefficiente di resistenza più alto, si potrebbero adoperare per costruire serbatoi, ma su questi materiali la saldatura a stagno, che è la sola che si possa fare, non aderisce così perfettamente come sull'ottone, ed inoltre, in breve tempo, il materiale verrebbe intaccato dalla ruggine, che indebolirebbe la parete del serbatoio.

La « carica » dell'apparecchio ad aria compressa si effettuerà a traverso una comune valvola da pneumatici per bicicletta che applicheremo, saldandola a stagno, su una parte qualsiasi del serbatoio, badando, però, di non riscaldarla eccessivamente durante il lavoro di saldatura, e ciò per

evitare che la guarnizione interna, cioè la gomma che funziona da valvola, si bruci. Oltre alla valvola occorre applicare sul serbatoio un tubo che, interrotto in un punto il meno ingombrante possibile da un piccolissimo rubinetto a maschio, deve portare l'aria direttamente al motore, o al regolatore di pressione, del quale parleremo qui appresso.

Il serbatoio può formare da solo la fusoliera dell'apparecchio, e in questo caso si montano direttamente su di esso le ali ed i piani di coda;

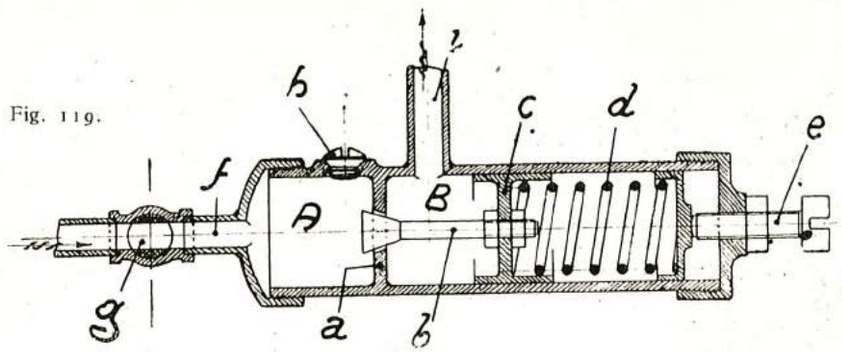


Si sta « caricando » la fusoliera-serbatoio di un aeromodello ad aria compressa.

ma intorno al serbatoio di metallo si può anche costruire una normale fusoliera.

Costruendo una fusoliera destinata a contenere il serbatoio per l'aria compressa, si devono montare, attorno a questo, i diaframmi che dovranno dare la forma alla fusoliera. I diaframmi non devono aderire strettamente al serbatoio, perchè questo, sotto pressione, tende ad aumentare di diametro e potrebbe deformare o, addirittura, spezzare la fusoliera. Occorre quindi lasciare, fra i diaframmi ed il serbatoio, uno spazio sufficiente per l'applicazione di piccoli cuscinetti di spugna di gomma. Costruito il serbatoio, prima di metterlo in uso occorre, con le dovute precauzioni, provarlo con una carica un po' superiore alla normale. Però non si devono mai provare i serbatoi riempiendoli prima di acqua e facendo, quindi, salire la pressione immettendovi dell'aria. Ciò è pericolosissimo.

Fig. 119.

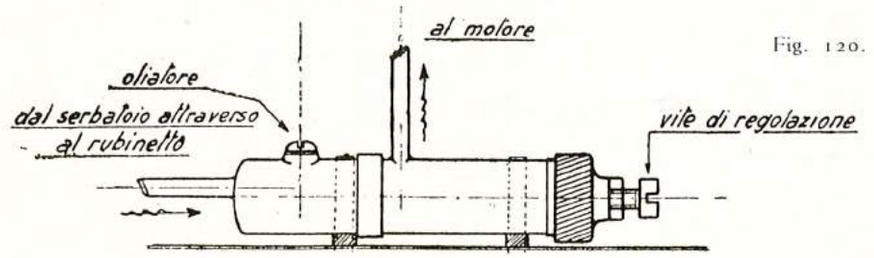


La pressione di carico deve sempre essere controllata a mezzo di un manometro. La prova dei serbatoi si deve fare soltanto con aria, e in ogni caso con molta precauzione. La carica generalmente si fa a mezzo di una pompa per pneumatici da automobile od anche con bombole d'aria compressa.

Con una pompa a mano per pneumatici da automobile si possono accumulare, con la forza di una sola persona, circa 6 atmosfere di pressione. Per raggiungere una pressione superiore, occorre farsi aiutare da altre persone, o servirsi di una pompa con pistone molto ridotto. Esistono, di fatti, pompe con pistone a diametro variabile, con l'aiuto delle quali si possono raggiungere alte pressioni.

Immettendo direttamente l'aria compressa nel motore, la potenza sviluppata diminuisce rapidamente perchè, durante il funzionamento, scende la pressione nell'interno del serbatoio. Per ritardare questo rapido abbassamento della pressione, (cioè questa specie di immediato sgonfiamento) si usa il *regolatore di pressione*, dispositivo che permette l'uscita dell'aria con pressione inferiore a quella del serbatoio. In tal modo il motore funziona a pressione costante, con potenza costante, fino a che la pressione del serbatoio non è scesa fino a quella di afflusso al motore. Quindi la potenza diminuisce fino all'esaurimento della quantità d'aria compressa nel serbatoio.

Fig. 120.



Come si vede, l'uso del regolatore di pressione è assolutamente necessario, poichè rende la marcia regolare, ed aumenta la durata di funzionamento del motore.

Illustreremo un tipo di regolatore molto semplice e di funzionamento sicuro e perfetto (vedi fig. 119). Esso è costituito da un tubo cilindrico diviso internamente in due camere A e B. La camera A si chiama camera *di pressione*, la camera B *di decompressione*. Le due camere sono divise da un diaframma *a*, forato nel centro. In questo foro si adatta una valvola conica, *b*, che è unita all'estremità del gambo con un pistone, *c*, a tenuta perfetta, scorrevole entro la camera B. Il pistone *c* è premuto da una molla a spirale, *d*, la cui pressione è regolabile per mezzo del perno a vite, *e*. La camera di pressione A è in diretta comunicazione con il serbatoio mediante il tubo *f*, tubo di presa d'aria, sul quale è applicato il piccolo rubinetto a maschio, *g*. La camera A può servire anche per mandare olio lubrificante al motore, immettendone ogni tanto, a rubinetto chiuso, attraverso il foro chiuso dal tappo a vite *h*. La camera di decompressione B è in co-

municazione diretta con il motore, a mezzo del tubo *i*, il cui orifizio è posto anteriormente al pistone *c*, cioè tra il diaframma *a* ed il pistone.

Il materiale da usare per la costruzione del regolatore di pressione deve essere leggero e resistente. L'ottone è il più indicato, ad eccezione della molla che deve essere di filo d'acciaio, e che deve poter equilibrare la pressione esercitata sul pistone dall'aria del serbatoio secondo l'energia assorbita dal motore. Per esempio, se si vuol far funzionare il motore con una pressione costante di tre atmosfere, la molla dovrà essere tarata per tre atmosfere, ossia dovrà equilibrare il peso equivalente che agisce sulla superficie del pistone *c*.

Non crediamo che sia il caso di riportare le formule per il calcolo delle molle, dato che non sarà difficile, dopo alcuni tentativi, trovare la molla adatta, tanto più che la sua pressione può essere facilmente regolata e variata mediante la vite di regolazione *e*.

Supponiamo di avere nel serbatoio, all'inizio del funzionamento, una pressione di 10 atmosfere, e di voler far funzionare il motore a tre atmosfere. Aperto il rubinetto *g*, l'aria affluirà, con pressione di 10 atmosfere, nella camera A e passerà nella camera B, attraverso allo spazio lasciato aperto dalla valvola conica *b*, che è tenuta aperta dalla molla. L'aria agirà contemporaneamente sui pistoni del motore, mettendolo in moto, e sul pistone *c* del regolatore. Su questo, quindi, da un lato agirà la molla, regolata per resistere alla pressione di 3 atmosfere, dall'altro lato agirà la pressione del serbatoio, di 10 atmosfere. Perciò il pistone *c* si sposterà, comprimendo la molla e strozzando il passaggio dell'aria attraverso la sede della valvola. Quando attraverso alla valvola può passare soltanto una quantità d aria tale che, espandendosi nella camera B, venga ridotta alla pressione di 3 atmosfere, il pistone si arresta, poichè si ha l'equilibrio fra la molla e la pressione esercitata dall'aria. Dato che la valvola collegata al pistone è libera, la riduzione di pressione avviene in modo costante e senza arresti o sbalzi. Quando la pressione del serbatoio si ridurrà al valore della pressione di 3 atmosfere, la valvola, per effetto della molla, si aprirà sempre più per lasciar passare il maggior volume di aria possibile.

Altri tipi ancora di regolatori possono essere studiati: con sfere oscillanti in luogo di una valvola a sede conica, o con membrane a vibrazione,

o con spine fisse di strozzamento, che però hanno lo svantaggio di non regolare la marcia del motore nell'ultima fase del volo, e cioè quando si sarà formato l'equilibrio di pressione fra motore e serbatoio.

Ad ogni modo crediamo che il costruttore di aeromodelli, che intenda servirsi dell'aria compressa come energia motrice, si sia convinto dell'utilità di questo accessorio, non solo perchè può permettere un lungo volo all'apparecchio, ma anche perchè favorisce il buon funzionamento ed una lunga conservazione dei tanto delicati motorini ad aria compressa. Di fatti, con il regolatore di pressione, che riproduciamo nella sua forma esterna nella fig. 120, il motore non viene sottoposto a sforzi eccessivi e il volo dei modelli si svolge con regolarità. Sopra tutto si ottengono voli di lunga durata, perchè l'aria del serbatoio viene gradatamente ed equamente utilizzata fino all'ultimo soffio.

IL MOTORE A SCOPPIO

Il motore a scoppio montato sui modelli volanti, per le ragioni che esamineremo più oltre, funziona in genere col ciclo a « due tempi ». E' quindi utile studiare il comportamento di questi motori in cui tutte le varie evoluzioni della miscela nel cilindro si compiono in una corsa di andata e una di ritorno del pistone, ossia in un solo giro dell'albero.

Il principio di funzionamento del motore è analogo a quello del motore a quattro tempi: anche qui si nota l'aspirazione della miscela nella camera di scoppio, l'accensione, l'esplosione, l'espansione dei gas ed infine lo scarico dei prodotti della combustione.

Tutte queste trasformazioni, o « fasi », nel motore a quattro tempi avvengono in quattro corse del pistone, ossia in due giri dell'albero motore. Nel motore a due tempi esse si verificano, come è stato detto, durante due sole corse, cui corrisponde un solo giro dell'albero motore.

Perchè ciò possa verificarsi occorre che il motore a due tempi venga realizzato con particolari accorgimenti di costruzione, che lo fanno sostanzialmente differire dal motore a quattro tempi.

Nella sua forma più semplice, il motore funzionante col ciclo a due tempi non possiede valvole e la distribuzione della miscela nel cilindro viene

regolata con un gioco di « luci » praticate nel cilindro stesso, aperte e chiuse dal pistone durante la sua corsa. Con questo dispositivo si riesce a semplificare grandemente la costruzione potendo escludere tutto il complesso degli organi destinati a regolare le diverse fasi: ingranaggi, alberini, alberi eccentrici di comando, valvole, molle, ecc. Ciò va naturalmente anche a vantaggio dell'economia. Inoltre, essendovi una corsa utile — espansione — ad ogni giro di manovella, si realizza una coppia motrice abbastanza uniforme anche con un solo cilindro.

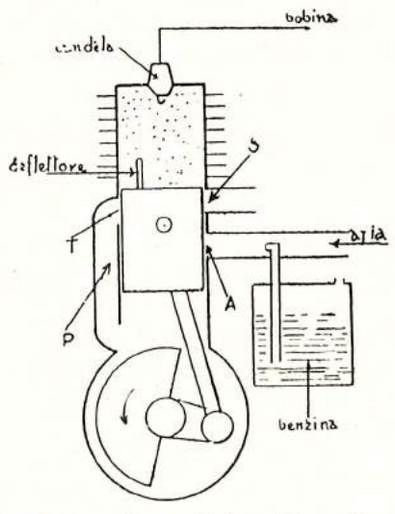


Fig. 121 - A) ammissione; S) scarico; T) travaso; P) passaggio. Il pistone è nella sua corsa ascendente, le luci sono chiuse: il pistone inizia la compressione della miscela nel cilindro e la aspirazione nel carter.

Per quanto riguarda l'accensione della miscela si osserva che, scoccando una scintilla per ogni giro, l'albero motore può comandare direttamente l'interruttore di accensione senza l'interposizione d'ingranaggi.

Per le ragioni su esposte, il ciclo a due tempi è preferito nella costruzione di motori di piccola potenza, mentre per motori di grande potenza e a numero rilevante di cilindri, si dimostra più vantaggioso il ciclo a quattro tempi.

Resici conto delle ragioni che hanno determinato la scelta di questo tipo di motore per i modelli volanti, passiamo ad esaminarne più da vicino il funzionamento.

Il motorino che vogliamo descrivere è un motore *termico*, a *combustione interna*, a *scoppio*, funzionante col *ciclo a due tempi*. Lo abbiamo chiamato termico perchè sfrutta l'energia termica contenuta nel combustibile per funzionare; a combustione interna in quanto il combustibile viene bruciato nell'interno del cilindro motore; a scoppio o a carburazione perchè il miscuglio tra combustibile ed aria avviene prima dell'introduzione nel cilindro di un dispositivo chiamato *carburatore;* a due tempi perchè le varie operazioni che dànno vita al motore si compiono in due corse dello stantuffo: andata e ritorno.

Un po' di nomenclatura delle varie parti che costituiscono il motore e poi passeremo ad esaminare come evolve, dentro il cilindro motore, la miscela esplosiva per generare il lavoro meccanico che vogliamo ottenere.

Il motore si compone essenzialmente di un cilindro, con la superficie interna perfettamente liscia, nel quale può scorrere uno stantuffo o pistone a tenuta perfetta. Lo stantuffo è munito nella sua parte superiore di una sporgenza opportunamente sagomata detta « deflettore ». La funzione di questo organo caratteristico dei motori a due tempi la vedremo in seguito. Il cilindro viene fissato al *basamento*, chiamato anche *carter* che per i motori a due tempi è in genere anche esso a tenuta. La *biella* è collegata da una parte (*piede di biella*) allo stantuffo mediante un perno chiamato *spinotto*, e dall'altra (*testa di biella*) alla manovella dell'*albero motore*. Nel cilindro (figura 121) sono praticate delle aperture chiamate *luci* o *finestre* che mettono in comunicazione l'interno del cilindro stesso con l'aria — attraverso la luce S — col carburatore — attraverso la A — e con l'interno del basamento — attraverso la luce T e il passaggio P – -.

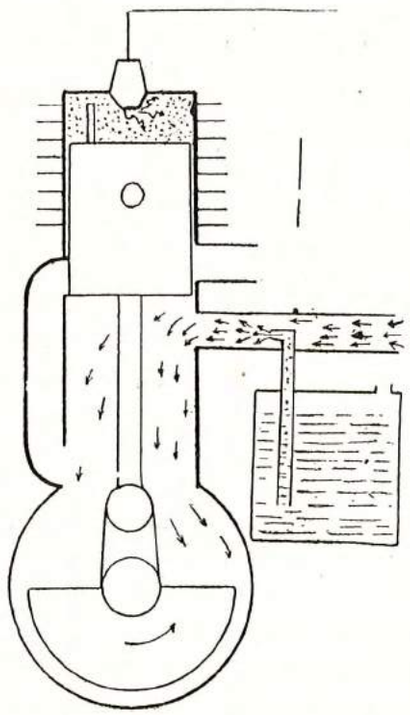


Fig. 122 - Il pistone si trova al P. M. S. La miscela, compressa nella camera di scoppio, viene fatta esplodere dalla scintilla che scocca tra le punte della candela. La miscela fresca penetra nel carter attraverso la luce A.

L'apertura e la chiusura di queste luci sono provocate dallo stantuffo nel suo movimento ascendente e discendente nel cilindro. L'accensione viene effettuata mediante una scintilla elettrica che scocca tra le punte di una *candela* avvitata a tenuta nella parte superiore del cilindro, in corrispondenza della *camera di scoppio*. Il pistone puo compiere nel cilindro un movimento di vai e vieni su un percorso limitato dagli organi di collegamento dello stantuffo con l'albero motore: tali organi, ossia biella e manovella, trasformano il moto oscillatorio alternato

dello stantuffo in un moto rotatorio continuo dell'albero motore. Il percorso che va dalla posizione più alta del pistone, detta di *punto morto superiore* (P.M.S.), alla posizione più bassa, detta di *punto morto inferiore* (P.M.I.), prende il nome di *corsa*.

Il diametro del cilindro viene chiamato pure *alesaggio*.

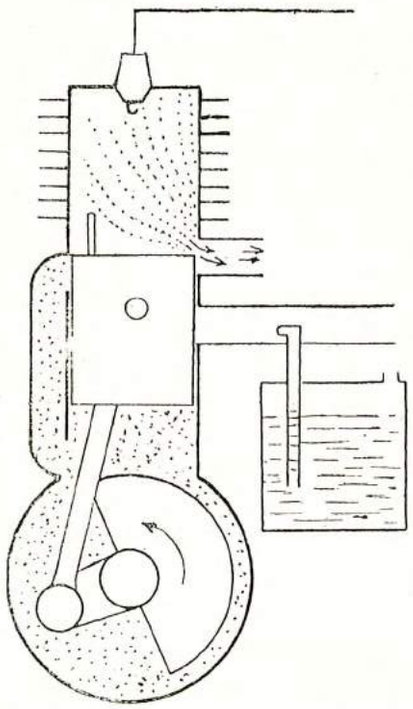


Fig. 123 - Il pistone si trova nella sua corsa discendente. I gas bruciati escono dalla luce di scarico S della quale si è iniziata l'apertura; contemporaneamente il pistone comprime la miscela fresca nel carter.

Vediamo ora come nelle sole corse di andata e ritorno si possano compiere tutte le diverse *fasi* di trasformazione della miscela, e cioè: 1) aspirazione della miscela, 2) compressione della miscela nella camera di scoppio, 3) scoppio, 4) espansione, 5) scarico dei prodotti della combustione.

Immaginiamo (fig. 121) che lo stantuffo si trovi, durante la sua corsa ne tale che esso ostruisca tutte le luci ascendente o di ritorno, in una posizione che il cilindro sia stato preventivamente riempito di miscela esplosiva (aria e benzina vaporizzata). Proseguendo nella sua corsa ascendente il pistone comprime la miscela sovrastante e contemporaneamente offre un maggior volume dalla parte del basamento ivi creando una rarefazione o depressione. Poco prima che lo stantuffo raggiunga il punto morto superiore, esso scopre col suo bordo inferiore la luce A, chiamata *luce di ammissione*, che mette in comunicazione, come abbiamo detto, il cilindro e il basamento con il carburatore. La depressione nel basamento, creata prima nel moto ascendente del pistone, succhia per così dire la miscela dal carburatore, miscela che va a riempire il carter (fig. 122).

Quando è tutta scoperta la luce di ammissione e il pistone è giunto al punto morto superiore, la miscela sovrastante è compresa nello spazio che

abbiamo chiamato camera di scoppio. In questo momento si fa scoccare la scintilla che provoca l'esplosione della miscela (in realtà l'accensione si fa avvenire un poco prima del punto morto superiore — anticipo — per ottenere dal ciclo un maggior rendimento). I gas, espandendosi con violenza, spingono il pistone obbligandolo a compiere la sua corsa discendente o di andata: è proprio durante questa corsa che si compie il lavoro che viene raccolto dall'albero, e per tale ragione viene chiamata *corsa utile*.

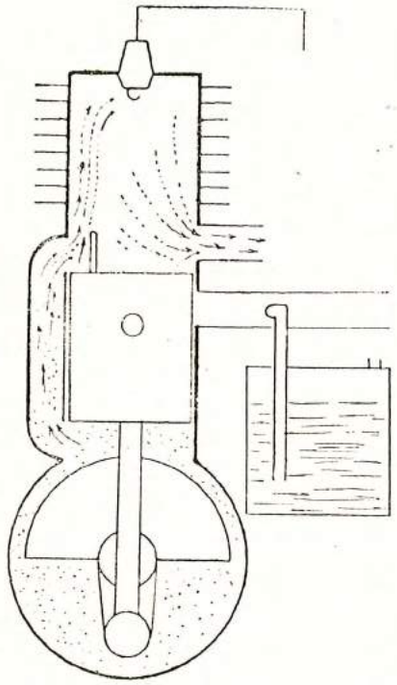


Fig. 124 - Al termine della corsa discendente la miscela fresca, compressa nel carter, passa nella camera di scoppio, mentre termina l'uscita dei gas bruciati.

Vediamo ora cosa accade durante questo movimento discendente dello stantuffo. Non appena il pistone chiude col suo bordo inferiore la luce di ammissione A inizia la precompressione della miscela nel basamento riducendola in volumi sempre più piccoli a mano a mano che discende. Ad un certo momento della corsa il pistone scopre la luce di scarico S; i gas che hanno ancora una notevole pressione sfuggono nell'aria dall'apertura e la pressione nell'interno scende al valore della pressione atmosferica (fig. 123).

Immediatamente dopo si inizia l'apertura della luce T: la miscela fresca precompressa dallo stantuffo nel suo moto discendente, si precipita nell'interno del cilindro attraverso il passaggio P e la luce di travaso T chiamata appunto così perchè permette il travaso della miscela fresca dal basamento al cilindro (fig. 124).

Per impedire che la miscela fresca si mescoli con i gas bruciati lo stantuffo è munito, come abbiamo detto, di un deflettore che ha la funzione di convogliare verso l'alto la miscela proveniente da T e facilitare l'uscita da S dei gas combusti. Le luci T e S rimangono aperte durante il rimanente tratto di corsa che il pistone deve compiere per giungere al punto morto

inferiore e, superato questo, nel tratto corrispondente della corsa di ritorno. In particolare, nella corsa ascendente, il pistone, col suo bordo superiore, prima chiude la luce di travaso T e poi quella di scarico S. Così siamo

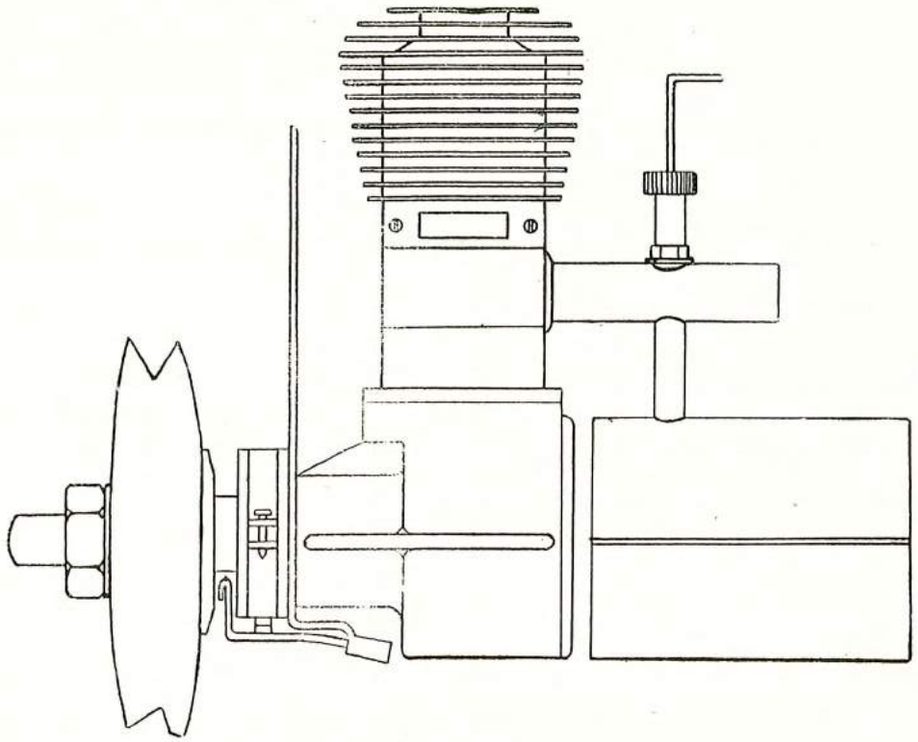


Fig. 125.

tornati nella condizione prima esaminata nella fig. 121. Infatti, ora il cilindro è riempito di miscela, il pistone è nella sua corsa di ritorno e le luci sono tutte chiuse. Il ciclo viene a ripetersi e il motore prende a girare regolarmente.

Per concludere, dunque, durante i due tempi si hanno le seguenti trasformazioni:

1) *corsa ascendente* o di *ritorno*: *compressione* della miscela nel cilindro e contemporanea *aspirazione* della miscela nel carter attraverso A; 2) *corsa discendente* o di *andata*: *esplosione, espansione, precompressione* della miscela fresca nel carter, *scarico* attraverso S e *travaso* della miscela fresca attraverso T dal carter al cilindro.

UN MOTORINO DI 6 CMC

Il motorino che descriveremo non ha pretese di originalità e, tanto meno, di rappresentare il tipo « ideale » del motorino per aeromodello. I disegni costruttivi che riproduciamo eseguiti per gli appassionati aeromodellisti motorizzandi, dovranno servire, insieme agli elementi di teoria che abbiamo riportato nelle precedenti pagine, come utile orientamento per il progetto e la costruzione del motorino.

Diamo uno sguardo alle caratteristiche principali del motorino in questione. Esso, per ovvie ragioni di semplicità, è monocilindrico a due tempi, raffreddato ad aria. L'alimentazione è assicurata nel modo più semplice mediante l'ammissione dal carter a tenuta stagna, attraverso luce di « travaso ». Il carburatore è ridotto ad una semplice presa d'aria sulla quale si innesta un tubicino forato per l'alimentazione del carburante contenuto in apposito serbatoio. Il funzionamento del carburatore è della massima semplicità. La depressione nel carter, creata dal moto ascendente del pistone, richiama il carburante che spruzza dal foro, regolabile mediante una spilla, e si mescola con l'aria formando la miscela esplosiva.

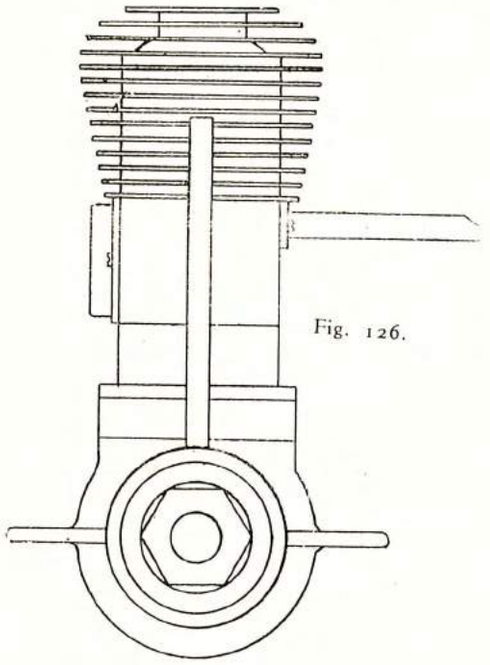


Fig. 126.

La lubrificazione è in parte diretta, per mezzo di miscuglio di olio col carburante, e in parte a pressione: infatti la parte più delicata nei riguardi della lubrificazione, cioè il cuscinetto dell'albero motore, è lubrificato mediante vapori di olio e benzina a pressione provenienti dal cilindro attraverso un foro praticato nel carter. L'accensione è ottenuta mediante il sistema a spinterogeno costituito da una batteria di pile (in genere le normali pile tascabili 4 volt) la cui tensione viene elevata da una bobina di indu-

zione il cui primario è interrotto da un apposito ruttore ad ogni giro di manovella. E' previsto anche un dispositivo di anticipo regolabile che varia l'istante di accensione, per ottenere dal ciclo il massimo rendimento e quindi la massima potenza per ogni regime del motorino.

La corsa è di m/m 20 e l'alesaggio pure di m/m 20. La cilindrata totale pertanto risulta di

$$C = \frac{\pi d^2 s}{4} = \frac{3{,}14 \times 2^2 \times 2}{4} = 6{,}28 \text{ cmc.}$$

La potenza, ad un regime di 4000 giri al minuto, dovrebbe risultare di 0,12 CV. Il peso, senza carburante, si aggirerà sui 200 o 220 gr. Nelle

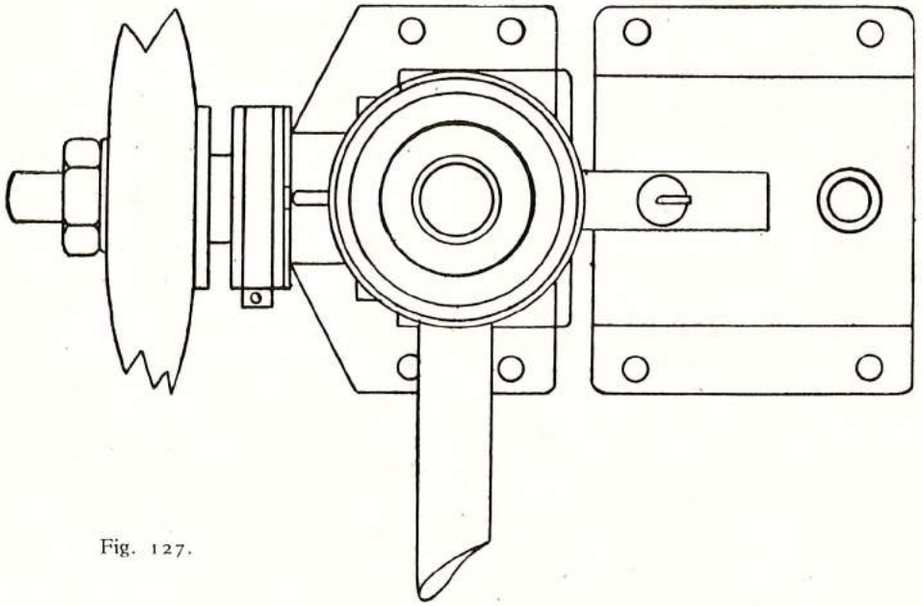


Fig. 127.

figure 125, 126 e 127 sono riportate in grandezza naturale le tre viste principali. La nomenclatura delle varie parti di cui si compone il motorino sono riportate nelle figure 128 e 129 che rappresentano le due sezioni: in esse sono date le dimensioni di ingombro. Nel progetto si è principalmente tenuto conto della solidità e soprattutto della semplicità costruttiva, evitando a tale proposito ogni sorta di saldature e quindi gli inconvenienti che ne potevano derivare.

La distribuzione è regolata, come abbiamo già ampiamente illustrato

parlando del ciclo a due tempi, mediante giuoco di luci praticate nel cilindro, chiuse e aperte dal pistone. Il diagramma della distribuzione è riportato in fig. 130 in cui gli angoli $\alpha = 110°$, $\beta = 130°$, $\gamma = 120°$ stanno a rappresentare gli angoli di rotazione della manovella, durante i quali sono rispettivamente aperte le luci di ammissione, di scarico e di travaso e indicano perciò anche la durata delle fasi rispettive.

Passiamo ora ad esaminare i vari elementi del motorino.

IL BASAMENTO

Il basamento, o carter, deve essere ricavato da una fusione in lega di alluminio. E' consigliabile l'uso di una delle tante leghe di alluminio-silicio che

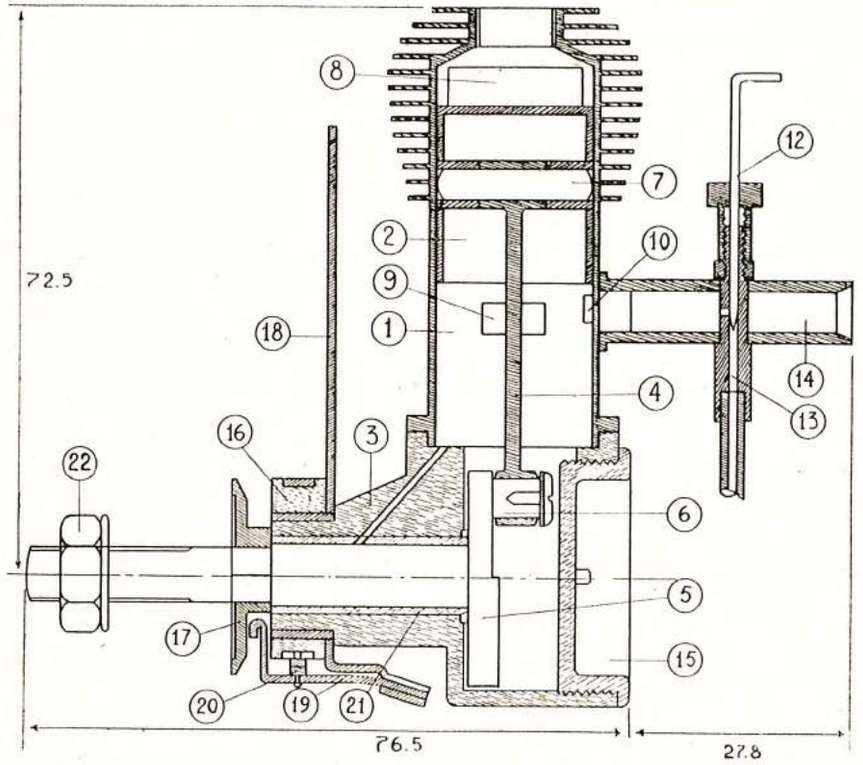


Fig. 128.

1: cilindro - 2: pistone - 3: carter - 4: biella - 5: contrappeso di manovella - 6: bottone di manovella - 7: spinotto - 8: deflettore del pistone - 9: luci e camera di travaso - 10: luce di aspirazione - 11: luce di scarico - 12: spillo del carburatore - 13: tubetto adduttore con foro spruzzatore - 14: presa d'aria del carburatore - 15: tappo posteriore del carter - 16: ruttore - 17: camma - 18: leva comando ruttore (anticipo) - 19: molla del ruttore - 20: puntine platinate - 21: bronzina - 22: dado serraggio elica, con rondella.

esistono sul mercato (silumin e simili). Sarà quindi necessario eseguire prima delle forme in legno molto esatte ed opportunamente maggiorate nelle dimensioni, per tenere conto del coefficiente di dilatazione del materiale usato. il sistema di fusione più semplice ed economico sarà il normale in stampi di terra refrattaria a grana fina. Non è consigliabile il sistema di fusione in conchiglia, data la difficoltà di preparazione degli stampi.

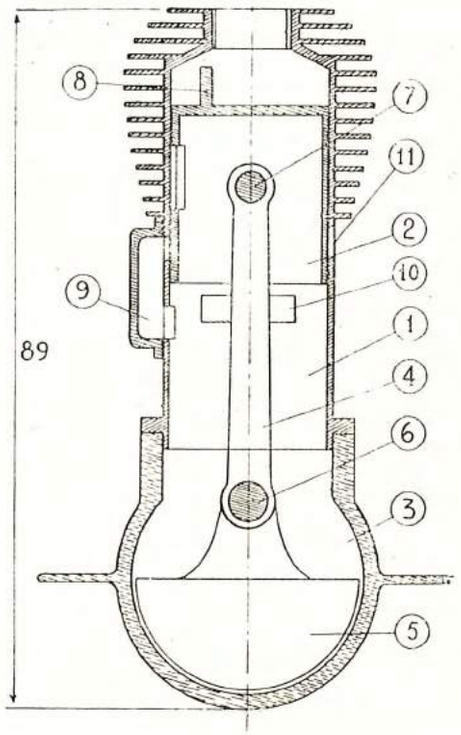


Fig. 129 - 1: cilindro - 2: pistone - 3: carter 4: biella - 5: contrappeso di manovella - 6: bottone di manovella - 7: spinotto - 8: deflettore del pistone - 9: luci e camera di travaso - 10: luce di aspirazione.

Il carter, come già si è detto, è un elemento molto importante nel motore a due tempi, perchè, oltre alla funzione di basamento sul quale viene fissato il cilindro e di supporto per l'albero, ha anche quella di camera di precompressione della miscela. La sua costruzione deve essere pertanto molto accurata per ottenere la perfetta tenuta d'aria in ogni suo punto. Particolarmente curati dovranno essere a tale proposito gli alloggiamenti del cilindro, della boccola portalbero e del tappo. Le figure che riportiamo (131 e 132), riproducenti le varie viste e sezioni del carter, tutte quotate nel modo più completo, permettono la costruzione delle forme e la rifinitura del pezzo. Il cilindro viene fissato al carter mediante quattro viti con l'interposizione di una guarnizione di carta. Il carter è chiuso posteriormente da un tappo a vite, anch'esso fuso, munito di guarnizione per assicurare la perfetta tenuta. Due flange laterali munite di fori servono a fissare il motore al modello. Dopo fuso, il carter va rifinito al tornio e a lima con speciale attenzione per le superfici di tenuta. Le parti che vanno lavorate e portate

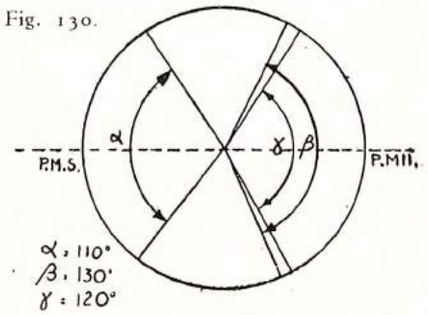
a perfetta misura sono pertanto: il foro nel quale va introdotta la boccola porta albero; l'alloggiamento del tappo con precisa filettatura; la filettatura sul tappo; l'alloggiamento del cilindro e la superficie di contatto tra carter e flangia del cilindro; la superficie esterna, anteriore, del carter sul quale deve essere fissato il collare del ruttore.

I fori vanno fatti al trapano e i quattro superiori che servono ad alloggiare le viti che fissano il cilindro debbono essere opportunamente filettati. Il montaggio si esegue introducendo a caldo prima la boccola porta albero, poi l'albero motore, dalla parte del tappo, quindi montando la biella sull'albero. Per facilitare qust'ultima operazione, è stata praticata sul carter una rientranza di m/m. 5 per 2, come si vede nella vista in pianta e nella sezione C D.

Per migliorare la lubrificazione del supporto dell'albero, questo viene posto in comunicazione con l'alloggiamento del cilindro mediante un foro circolare di un m/m. di diametro, come si vede chiaramente nella sezione longitudinale della fig. 131.

Il cilindro si può considerare come la parte più importante del motore e la precisione e l'accuratezza della sua lavorazione costituiscono i fattori principali per la buona riuscita del motore stesso.

Fig. 130.



Per la costruzione potrà essere adoperato un buon acciaio al carbonio o, meglio, un acciaio ternario al nichel o quarternario al nichel cromo o al cromo molibdeno. Il cilindro (fig. 133) è ricavato da una barra del materiale prescelto, del diametro di m/m. 39, lunga m/m. 56. Sarà opportuno però che la barra sia un po' più lunga per permettere il montaggio del pezzo sul tornio.

I principali utensili occorrenti per la lavorazione di questo elemento sono il tornio e il trapano.

Le figure che riportiamo rappresentano le varie viste e sezioni del cilindro. Il cilindro esternamente presenta: 1) una parte alettata per il raffreddamento alta m/m. 26,5 con alette di m/m. 0,5 di spessore distan-

ziate l'una dall'altra 1,5 m/m.; 2) una parte prismatica a sezione quadrata alta m/m. 17, con lato del quadrato di m/m. 21,6. Su questa parte saranno praticate le luci di ammissioni di travaso e di scarico e fissata la camera di passaggio, il carburatore ed eventualmente il tubo di scarico; 3) una parte

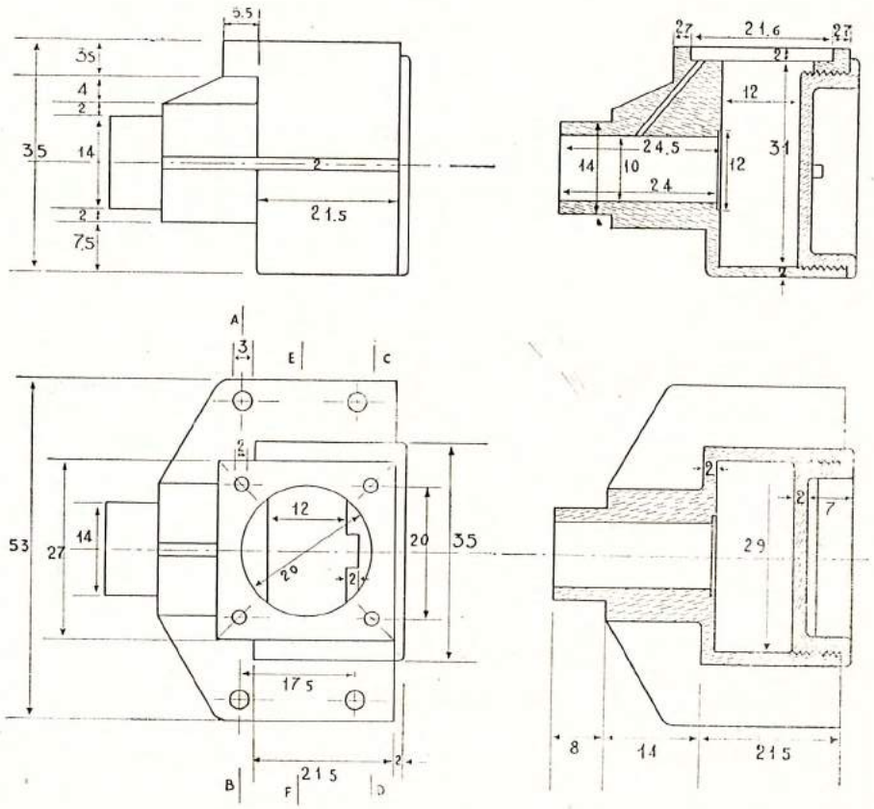


Fig. 131.

cilindrica alta m/m. 8,5 seguita da una flangia quadrata per il fissaggio del cilindro al carter di m/m. 2 di spessore e da un altro elemento cilindrico alto m/m. 2 che va ad infilarsi nella corrispondente parte cilindrica cava del carter. Lo spessore del cilindro è di m/m. 0,8 e si mantiene tale dalla base fino alla parte superiore della camera di scoppio che nell'interno risulta tronco conica.

Si monta il pezzo sul tornio e, con una punta da trapano, si esegue un

foro nel senso della lunghezza del cilindro fino alla corrispondenza della parte tronco conica; poi con un apposito utensile si sgrossa la parte interna avendo cura di lasciare un sovra-spessore di un buon millimetro che verrà asportato quando si tratterà di alesare il cilindro.

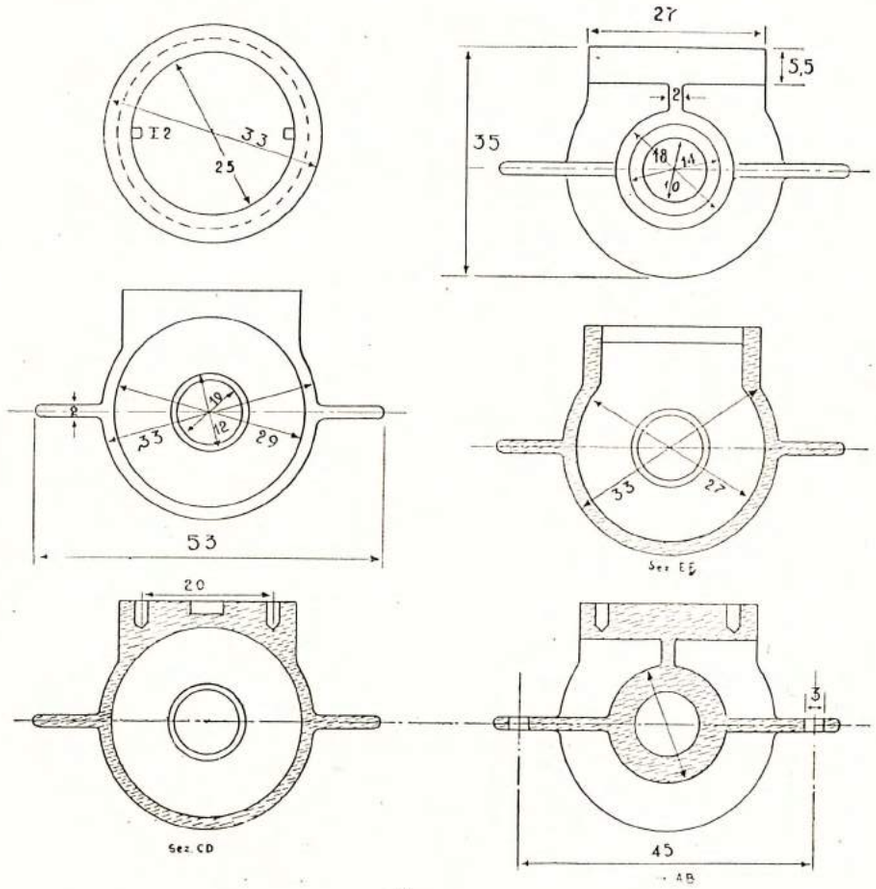


Fig. 132.

Eseguita la sgrossatura della parte interna del cilindro, si inizia la lavorazione della sua parte esterna. Il tratto del cilindro che deve essere alettato va portato al corrispondente diametro esterno delle alette. Si tornisce quindi la parte che dovrà poi risultare a sezione quadrata con un diametro leggermente superiore alla diagonale del quadrato stesso. La parte prismatica, corrispondente a quasto tratto, sarà poi ricavata a lima. Si ese-

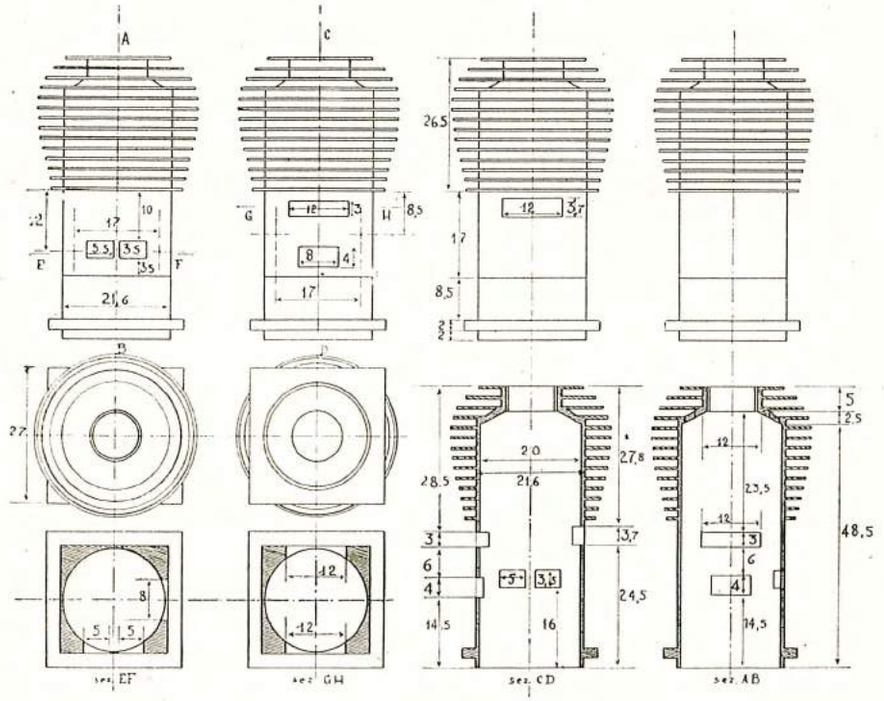


Fig. 133.

gue quindi la tornitura del rimanente tratto avendo cura di lasciare la flangia di m/m. 2 di spessore che andrà poi ridotta a sezione quadrata di lato 27 m/m.

Fatto questo, occorrerà eseguire con la massima cura l'alettatura completa. Sulla superficie cilindrica dalla quale verrà ricavato il prisma occorre tracciare quattro generatrici a 90° l'una dall'altra che serviranno da guida per gli spigoli.

Si potrà ora togliere il pezzo dal tornio per fissarlo alla morsa, allo scopo di eseguire le lavorazioni che vanno fatte a lima. Si comincierà dalla parte prismatica le cui superfici laterali, delle dimensioni di m/m. 17 × 211.6, dovranno risultare perfettamente piane.

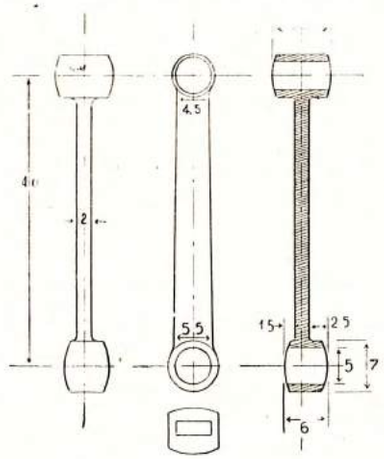
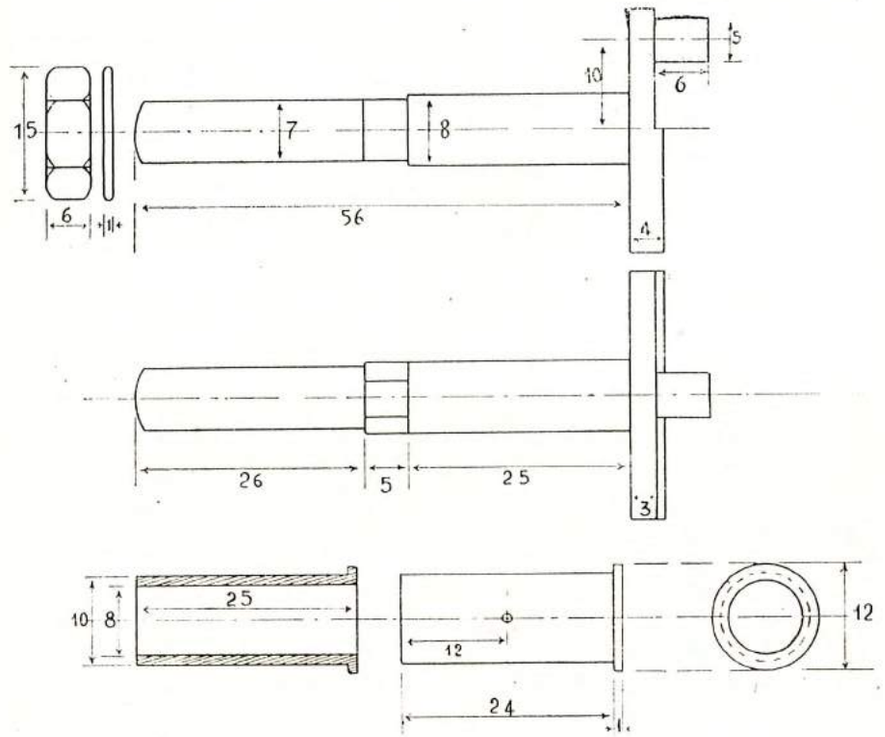


Fig. 134.

Le superfici su cui dovranno essere avvitati a tenuta perfetta il carburatore e la camera di passaggio dovranno risultare perfettamente liscie. Sarà poi la volta di limare e ridurre a sezione quadrata la flangia di fissaggio.



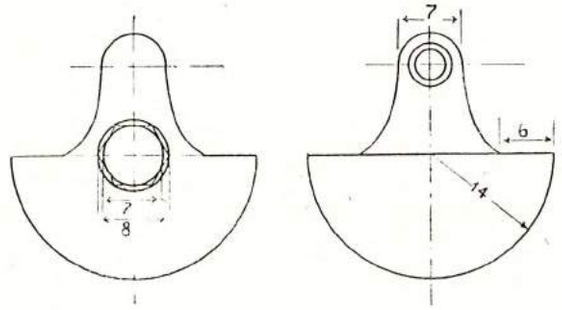
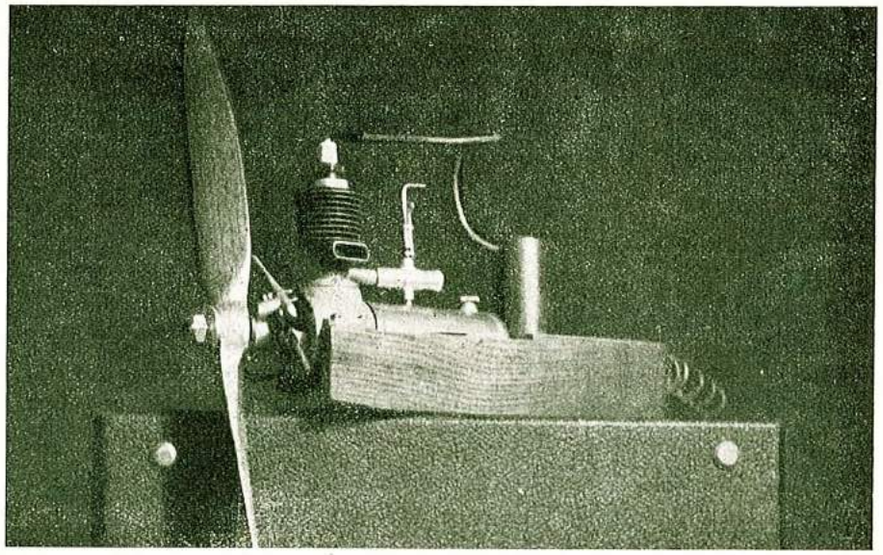


Fig. 135.

Per evitare che nella morsa il cilindro si ovalizzi sarà bene montarlo su un perno di ottone appositamente costruito. Eseguita nel modo descritto la parte prismatica occorre tracciare sulle faccie, con l'aiuto del truschino, le



Un motorino monocilindro a due tempi di fabbricazione italiana.

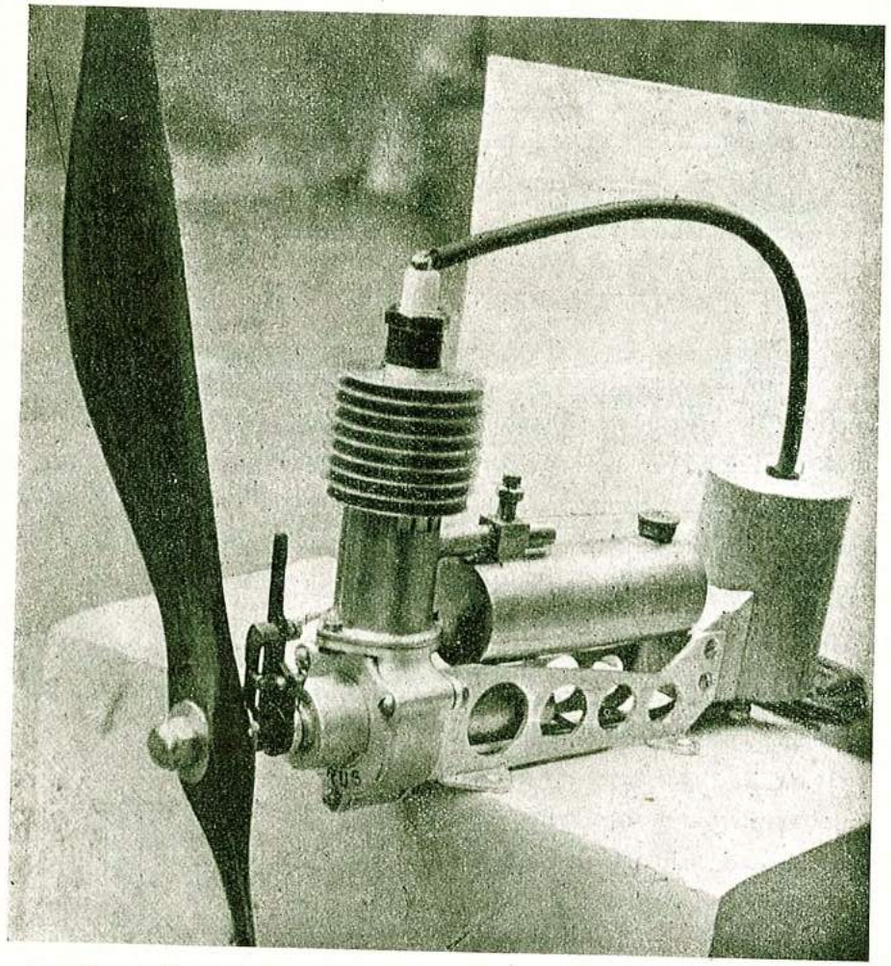
varie luci e precisamente: 1) sulla faccia — che chiameremo, per intenderci, posteriore — si traccia la luce di ammissione la quale è composta di due aperture separate da un setto: su questa faccia andrà poi fissato il carburatore, 2) sulla faccia destra — guardando la luce di ammissione — si tracceranno le luci per il travaso della miscela dal carter al cilindro: su questa faccia andrà fissata la camera di passaggio; 3) sulla faccia opposta a quest'ultima, e precisamente la sinistra guardano la luce di ammissione, va-tracciata la luce di scarico: su questa faccia, volendo, si potrà fissare il tubo di scarico. Lo scarico risulta in tal modo laterale e i gas combusti non investono in modo completo il modello, inconveniente riscontrato in alcuni tipi di motorini che hanno lo scarico posteriore.

In corrispondenza delle luci tracciate si eseguono delle serie di fori col trapano che poi con la lima vanno portati a giusta misura. Occorre curare il setto di divisione della luce di ammissione perchè esso serve di guida allo spinotto del pistone.

Rifinite le luci, si praticano sulle superfici piane i fori filettati per le viti di fissaggio del carburatore, della camera di passaggio ed, eventualmente, del tubo di scarico. Il passo, il diametro delle viti, così pure la loro lunghezza,

debbono essere scelte con opportuno criterio dal costruttore. La superficie di appoggio del cilindro col carter deve consentire una tenuta perfetta. Perciò la rifinitura dovrà essere particolarmente curata. Nei punti indicati nei disegni costruttivi, la flangia deve essere forata per il passaggio delle viti di fissaggio.

Rimane ora da finire le pareti interne del cilindro, operazione che è bene eseguire per ultima. Si monta allo scopo il pezzo sul tornio e con un utensile bene affilato si esegue la alesatura ponendo molta atten-



Il motorino italiano « Mirus » costruito da Carlo Montrasio di Varese.

zione nella lavorazione. Raccomandiamo questa operazione che deve essere eseguita alla perfezione: dopo alesatura e lucidatura il diametro interno dovrà risultare esattamente di m/m. 20.

Il foro per la candela potrà essere eseguito col trapano. Distaccato

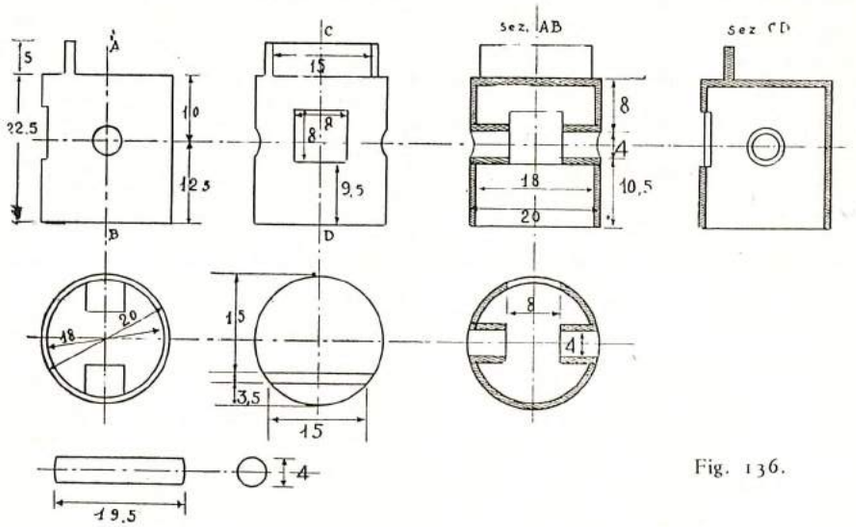


Fig. 136.

il cilindro dalla barra, occorre eseguire la filettatura del foro suddetto. Il diametro e il passo di tale filettatura sono unificati per tutte le candele di questo tipo eseguite in serie da parecchie case costruttrici di candele come la « *A. C.* », la « *Champion* », o ditte costruttrici di motorini come la « *Brown* », l'« *Hurleman* », ecc. Se ne costruiscono anche in Italia. Le dimensioni standard per tutte le marche sono: (in pollici) 3/8 × 24.

LA BIELLA.

La biella (fig. 134), organo che trasforma il moto oscillatorio del pistone in moto rotatorio dell'albero, è ricavata da una barretta d'acciaio ad alta resistenza. Potrà essere adoperato lo stesso materiale del quale ci siamo serviti per costruire il cilindro. Per la sua costruzione è necessario, prima di tutto, eseguire la tracciatura del pezzo facendo particolare atten-

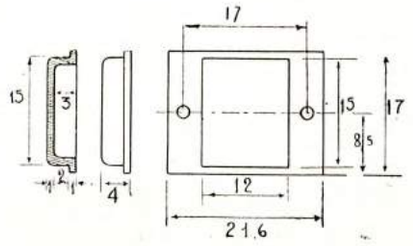


Fig. 137.

zione alla distanza dei centri della testa (collegata con la manovella dell'albero) e del piede (collegato col pistone). Si eseguirà poi la foratura con adatte punte da trapano e quindi, montato il pezzo sul tornio, si torniteranno successivamente le due espansioni corrispondenti alla testa e al piede

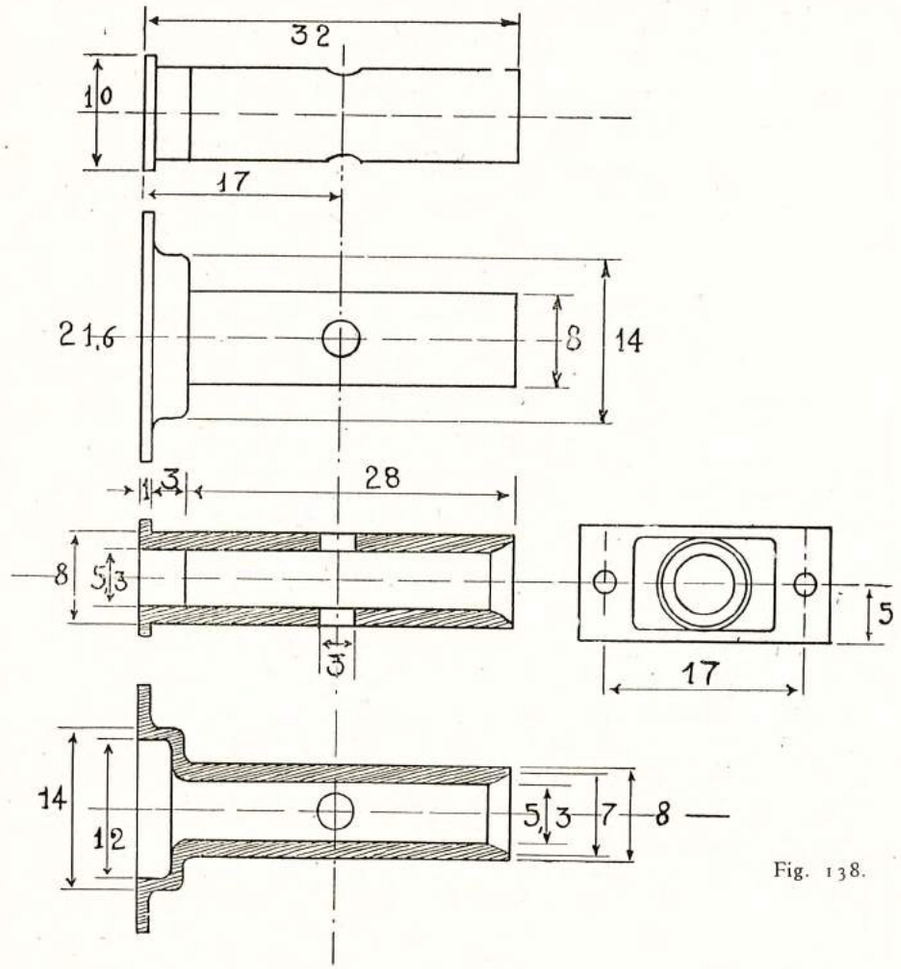


Fig. 138.

di biella. Tolto il pezzo dal tornio, si fissa alla morsa e, a lima, si eseguirà lo stelo. Chi ha a propria disposizione una fresa, potrà usare tale utensile per questa operazione. Con ulteriori operazioni di finitura si porterà il pezzo alle esatte dimensioni riportate in fig. 134. Per eseguire un lavoro di massima precisione si potranno costruire delle boccole in bronzo fissate a caldo

sia sulla testa che sul piede di biella. Le boccole potranno avere da 5 a 10 decimi di mm. di spessore.

L'ALBERO MOTORE.

L'albero motore dovrà essere ricavato da una barra d'acciaio ad alta resistenza, del diametro del volano, ossia 28 mm. e della lunghezza di circa mm. 70. Il nostro albero motore (fig. 135), ricavato da un solo pezzo, è composto: 1) di un perno che si appoggia sul cuscinetto del carter; 2) di una parte prismatica destinata a bloccare la camma del *ruttore* d'accensione; 3) di una parte filettata per il fissaggio dell'elica; 4) del perno della manovella sul quale ruota la testa di biella con relativo contrappeso. Montato il pezzo sul tornio, si esegue la sgrossatura dell'albero, portando a rifinitura la sola parte d'appoggio al basamento di 8 mm. di diametro e lunga mm. 25. Successivamente si esegue la filettatura per il fissaggio dell'elica, di mm. 7 di diametro maggiore e lunga mm. 26. La parte prismatica, lunga mm. 5 e a sezione esagonale, si eseguirà poi a lima dopo avere smontato il pezzo dal tornio. Il pezzo risulterà ora costituito da uno stelo lungo 56 mm. e da un disco di 28 mm. di diametro.

Su questo disco dovrà essere tracciato con grande cura il centro del perno manovella in maniera che esso disti esattamente 10 mm. dall'asse dell'albero. Tale lunghezza del braccio di manovella corrisponde, com'è noto, alla metà della corsa. Si decentrerà ora il pezzo sull'asse del perno di manovella, in modo da tornire il perno, e asportare il materiale eccedente del volano. Si procederà poi alla filettatura interna del perno per l'alloggio della vite di bloccaggio della biella. Staccato il pezzo dal tornio, si effettuerà la rifinitura del contrappeso secondo le indicazioni del disegno per mezzo della lima e, adoperando lo stesso utensile, la parte prismatica esagonale. A completare l'albero sono il dado e la rondella per il fissaggio dell'elica e la vite e rondella per il bloccaggio della biella. Per tali pezzi, anche essi in acciaio, il disegno è sufficiente ad illustrarli. La boccola nella quale ruota l'albero motore, è in bronzo e dovrà essere fissata nel suo alloggiamento sul carter a forza. Pertanto la superficie esterna della boccola e quella interna del carter non dovranno essere portate a pulimento in modo che tra le due superfici esista un maggiore coefficiente d'attrito. L'alesaggio della boccola verrà effettuato dopo il fissaggio al carter, come pure dopo il fissaggio verrà eseguito il foro per il passaggio dell'olio di carburazione.

LO STANTUFFO E LO SPINOTTO.

In questi tipi di motori lo stantuffo (fig. 136) è un organo delicatissimo e la sua costruzione richiede la massima precisione allo scopo di assicurare una tenuta perfetta. Dipende, infatti, dallo stantuffo se il lavoro prodotto dallo scoppio della miscela esplosiva viene raccolto e trasformato in lavoro meccanico dall'albero motore. Nel nostro caso, poi, per l'assenza di fasce elastiche, facili a rompersi e difficili a farsi, tale precisione deve essere particolarmente curata.

Per evitare pericolosi grippaggi, è necessario che il coefficiente di dilatazione del materiale di cui è composto lo stantuffo sia inferiore a quello del materiale del cilindro; inoltre, dato che lo stantuffo non si riscalda uniformemente (il riscaldamento è maggiore alla testa e minore alla base), occorrerà lavorarlo in modo che la sua parete esterna risulti leggermente conica con la base più stretta in alto. Tale conicità, naturalmente, deve essere appena accentuata e dell'ordine di pochi centesimi di millimetro. Nello stantuffo in questione la conicità potrà essere di 3 o 4 centesimi di millimetro. Il materiale da usare nella costruzione è la ghisa, preferibilmente quella bianca, la così detta decarburata o acciaiosa, che presenta nei confronti delle altre ghise una maggiore facilità di lavorazione dovuta alla maggiore compattezza insieme ad una maggiore resistenza.

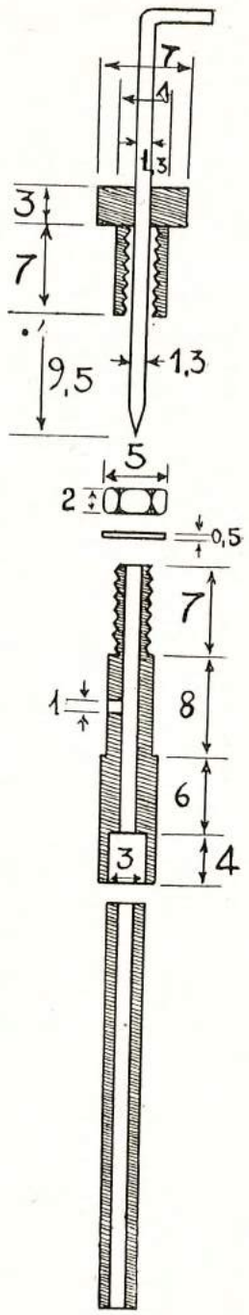


Fig. 139.

Lo stantuffo va ricavato da una barretta di poco più di 20 mm. di diametro e 30 mm. di lunghezza. Con una punta da trapano si esegue la foratura interna, per tutta la lunghezza interna dello stantuffo (cioè mm. 20,5) del diametro di mm. 18. Effettuata questa prima operazione, si procede alla foratura per l'alloggiamento delle teste dello spinotto, di mm. 8, che sono riportate in ghisa e fissate a caldo o saldate. Nello stantuffo dovrà essere poi praticata la finestra che consente, quando lo stantuffo stesso si trova in posizione di punto morto inferiore, il passaggio della miscela dal carter nella camera di passaggio. Tale finestra, che in sezione risulta delle dimensioni di mm. 8 × 8, potrà essere ottenuta asportando una parte del materiale con una apposita punta da trapano e ripassando a lima il foro così sgrossato. Il gradino della testata costituisce il deflettore che ha la funzione, com'è noto, di convogliare nelle loro giuste vie la miscela e i gas di scarico. Esso è ricavato a lima; ma chi avesse a propria disposizione un buon equipaggiamento per saldature e volesse risparmiarsi del lavoro, potrà farlo riportato.

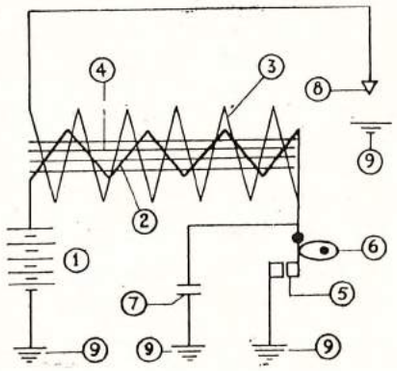


Fig. 140.

Eseguite queste operazioni, si monta il pezzo sul tornio e si procede alla sua esatta calibratura fino a completo pulimento della superficie, provando la tenuta con l'aiuto del cilindro già costruito.

Per riepilogare, dunque, l'ordine delle lavorazioni necessarie per la costruzione dello stantuffo, è il seguente: 1) scelta del pezzo, 2) foratura e lavorazione dell'interno, 3) foratura dell'alloggiamento dello spinotto, 4) esecuzione della finestra di passaggio, 5) esecuzione del deflettore, 6) calibratura e rifinitura esterna.

Lo spinotto viene ricavato da una barretta di acciaio di mm. 4 di diametro e mm. 20 di lunghezza. Dopo la lavorazione esso deve risultare

ad estremità arrotondate con le esatte dimensioni riportate in fig. 136. Tale organo di collegamento della biella collo stantuffo, che non è fissato in alcun modo, rimane imprigionato in sede dalle pareti stesse del cilindro, le quali, lungo le generatrici percorse dagli estremi dello spinotto stesso, non presentano alcuna discontinuità.

CAMERA DI PASSAGGIO E CARBURATORE.

La camera di passaggio ha la funzione di far comunicare il carter col cilindro attraverso le luci di travaso.

Questo elemento potrà essere costruito in duralluminio, o per fusione, oppure a stampo. Nel primo caso occorrerà, come è stato fatto per il carter, procedere all'esecuzione di un'apposita forma in legno e nel secondo, che del resto non è consigliabile se non per costruzione in serie, allo stampaggio di un lamierino con apposite matrici nella macchina a stampo. Sia nell'uno che nell'altro caso, dopo aver ottenuto il pezzo grezzo, è necessario procedere alla rifinitura curando in modo speciale la superficie di appoggio sul cilindro che dovrà risultare perfettamente liscia. Dalla fig. 137 si potranno ricavare tutti i dati per la costruzione della forma e delle matrici per lo stampo. La camera di passaggio è fissata al cilindro mediante due viti, i cui centri sono distanti mm. 17. Per assicurare una maggiore tenuta, il contorno d'appoggio della camera sulla parte prismatica del cilindro potrà essere guarnita con carta e con uno strato di *Ermeticoll*, o di qualsiasi altro preparato per guarnizioni.

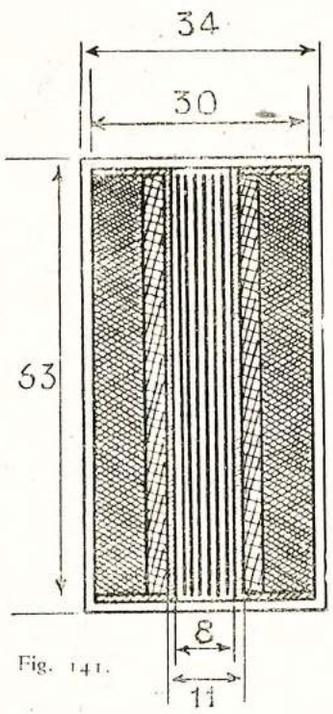


Fig. 141.

Il carburatore è ricavato per fusione in duralluminio. La parte cilindrica di mm. 8 di diametro e lunga 28 mm. potrà essere fusa piena, salvo poi opportunamente forarla con adatta punta da trapano. Per l'esecuzione

di tale pezzo valgono le norme che abbiamo indicato per i pezzi ricavati per fusione.

Questo pezzo, in caso eccezionale, può essere ricavato a tornio e a lima con un po' di pazienza: le lavorazioni relative risultano dal disegno che riportiamo in fig. 138.

Il pezzo così ottenuto va portato a finitura, tenendo presente che la superficie d'appoggio del carburatore contro il cilindro deve essere a tenuta perfetta.

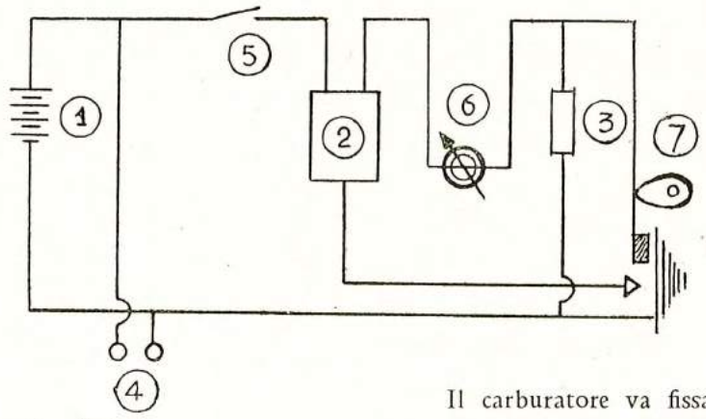


Fig. 142.

Il carburatore va fissato sulla parte prismatica del cilindro, in corrispondenza della luce di ammissione nel carter, per mezzo di due viti i cui fori distano millimetri 17. Una volta finite le operazioni accennate, il corpo cilindrico del carburatore va forato col trapano nel senso trasversale con punta di mm. 3 Tale foro permette il passaggio del tubo che adduce il carburante.

Questo con relativo regolatore di miscela è composto dei seguenti elementi (fig. 139): *a*) tubo di presa della miscela dal serbatoio; *b*) elemento centrale con foro spruzzatore: *c)* dado e rondella di fissaggio; *d*) ago mobile con supporto per la regolazione dell'apertura del foro dello spruzzatore.

Il primo elemento è ricavato da un tubicino di acciaio con 3 mm. di diametro con foro di mm. 1,5; il secondo elemento è ricavato da un tubo di acciaio di 4 mm. di diametro con foro di mm. 1, mediante una

opportuna lavorazione al tornio allo scopo di ottenere la parte di mm. 3 di diametro (infilata nel corpo cilindrico del carburatore) e la parte filettata. Questo elemento va poi forato trasversalmente, come indica il disegno, per il passaggio della miscela nel carburatore.

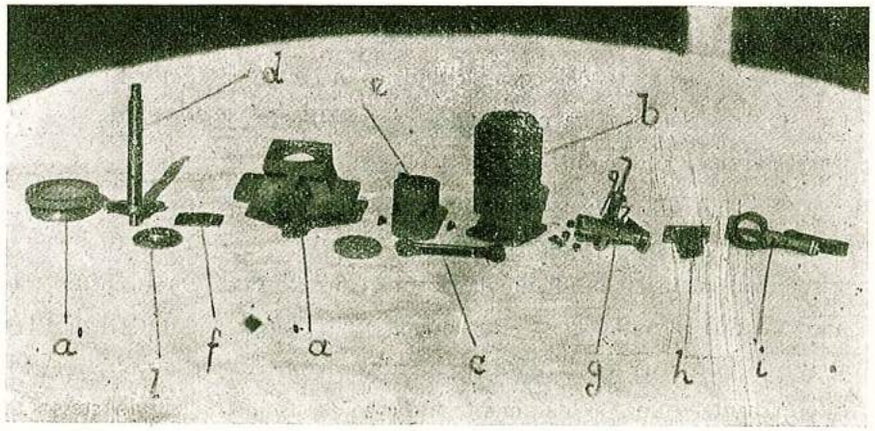
Il dado e la rondella non hanno bisogno di ulteriori chiarimenti bastando il disegno allo scopo. Il quarto elemento è composto di una punta acuminata da un lato e di un dado sul quale è fissata. Quest'ultimo è ottenuto da una barretta di 7 mm. di diametro lunga 10 mm. che si lavora al tornio per ottenere la parte di minore diametro e che quindi si filetta internamente, come è chiaramente indicato in fig. 139, con lo stesso passo e diametro usato per la filettatura della parte centrale. La punta andrà infilata a forzare nel dado e quindi saldata superiormente.

Il montaggio di questi elementi sul corpo del carburatore è molto semplice: si infila nel foro apposito praticato nella presa d'aria, dalla parte inferiore, il tubetto spruzzatore avendo cura che il forellino spruzzatore sia, nella parte interna del carburatore, rivolto verso la faccia del cilindro. Esso si fissa quindi mediante la rondella e il bullone interponendo prima del fissaggio, onde ottenere una maggiore tenuta, due rondelline di carta per guarnizione. Si avvita poi sulla parte filettata il dado con punta, la quale, a seconda della posizione assunta dal dado ostruirà più o meno il forellino spruzzatore consentendo, in conseguenza, un minore o un maggiore ingresso di carburante. Si innesta a forzare sempre su questo elemento il condotto che adduce la miscela dal serbatoio, condotto che potrà essere saldato al serbatoio stesso.

Data la grande importanza di questo organo, è necessario che esso sia eseguito con la massima precisione possibile e per evitare regolaggi critici e difficili è bene fare alla punta regolabile una conicità poco accentuata in modo che un solo giro del dado portapunta ostruisca di poco il forellino spruzzatore.

Ripetiamo in poche parole il funzionamento del carburatore che, specialmente in questi tipi di motori, ha una parte fondamentale.

Il pistone, nella sua corsa di ascesa, crea una depressione nel carter fino al momento in cui il pistone stesso, continuando nella sua corsa, non scopre la luce di ammissione. Tale depressione si manifesta allora nel car-



Elementi del motorino descritto - a) basamento; a') tappo del basamento; b) cilindro; c) biella; d) albero motore; e) pistone; f) camera di passaggio; g) carburatore; h) tubo di scarico; i) ruttore; l) camma.

buratore che richiama dell'aria dal suo estremo libero e nello stesso tempo anche del carburante, dal forellino a luce regolabile. Aria e carburante mescolandosi si riversano nel carter, in attesa di compiere il loro ciclo.

IL SISTEMA D'ACCENSIONE.

Prima di descrivere dettagliatamente la costruzione della bobina di induzione necessaria alla accensione dei motorini a scoppio, ci intratterremo brevemente su alcuni richiami teorici relativi al suo funzionamento, in modo che il costruttore si renda conto di quello che fa e non incorra in grossolani errori materiali.

Nell'organizzazione della vita del motore a scoppio, è, ovviamente, di capitale importanza l'accensione della miscela nell'interno del cilindro. La preparazione della miscela (*carburazione*), l'introduzione di questa nel cilindro (*alimentazione, distribuzione*) hanno infatti come fine ultimo quello di farla esplodere per ricavare dal motore la potenza voluta.

Senza l'aiuto della elettricità, l'accensione dei motori a scoppio presenterebbe grandi difficoltà, se non la impossibilità di realizzarla. Ed è facile immaginare perchè: il combustibile, mescolato con l'aria, dopo l'alimentazione si trova ermeticamente chiuso nel cilindro e quindi di difficile accesso; inoltre, le successive accensioni debbono avvenire con grande frequenza e con estrema regolarità. Fu l'italiano Matteucci (1852) che ebbe,

per primo, l'idea di adoperare una scintilla elettrica per provocare la esplosione nel suo motore funzionante a gas.

Una delle caratteristiche più spiccate dei motori a scoppio è dunque quella di avere un sistema di accensione elettrico.

Esistono anche motori a combustione interna nei quali l'accensione non è provocata dalla elettricità, ma questi motori funzionano con un ciclo differente (*ciclo diesel*) da quello usato nei motori a scoppio (*ciclo otto*).

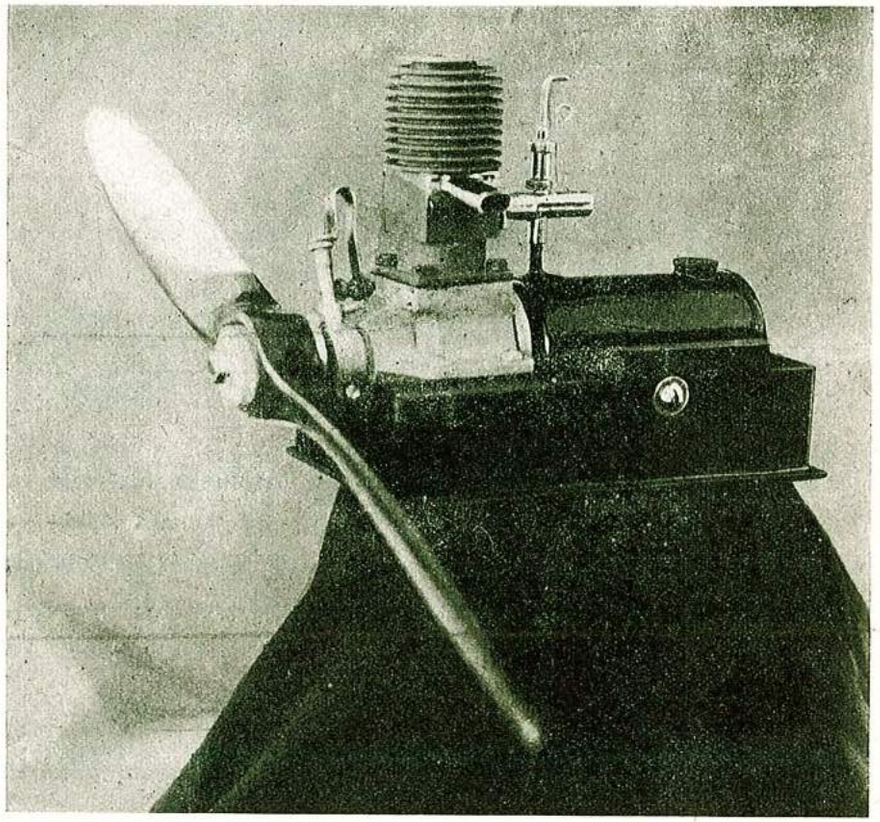
Sapete che cosa è un fulmine? Sì naturalmente: è una grossa scintilla elettrica che scocca tra due nubi, o tra una nube e la terra, cariche di elettricità. Come saprete, il fulmine brucia le cose che attraversa. Orbene, noi dobbiamo provocare dei piccolissimi fulmini nell'interno del cilindro per incendiare la miscela. Per imitare, in miniatura, il terrificante fenomeno della natura ci si serve o di una piccola macchina elettrica chiamata *magnete*, oppure di una *bobina di induzione*. Il primo sistema è quasi universalmente usato nei grossi motori d'aviazione, il secondo, per le sue doti di semplicità è preferito nei motorini a scoppio per aeromodelli, le cui cilindrate, come è noto, sono generalmente inferiori ai 10 cmc.

Sia il magnete che la bobina sfruttano un importantissimo principio della elettrologia, cioè la *induzione elettromagnetica*. Diciamo due parole su questo fenomeno senza per altro entrare nel vivo della questione, che richiederebbe un notevole bagaglio di nozioni di elettrotecnica.

A tutti è noto che l'elettricità passa attraverso i metalli, che sono



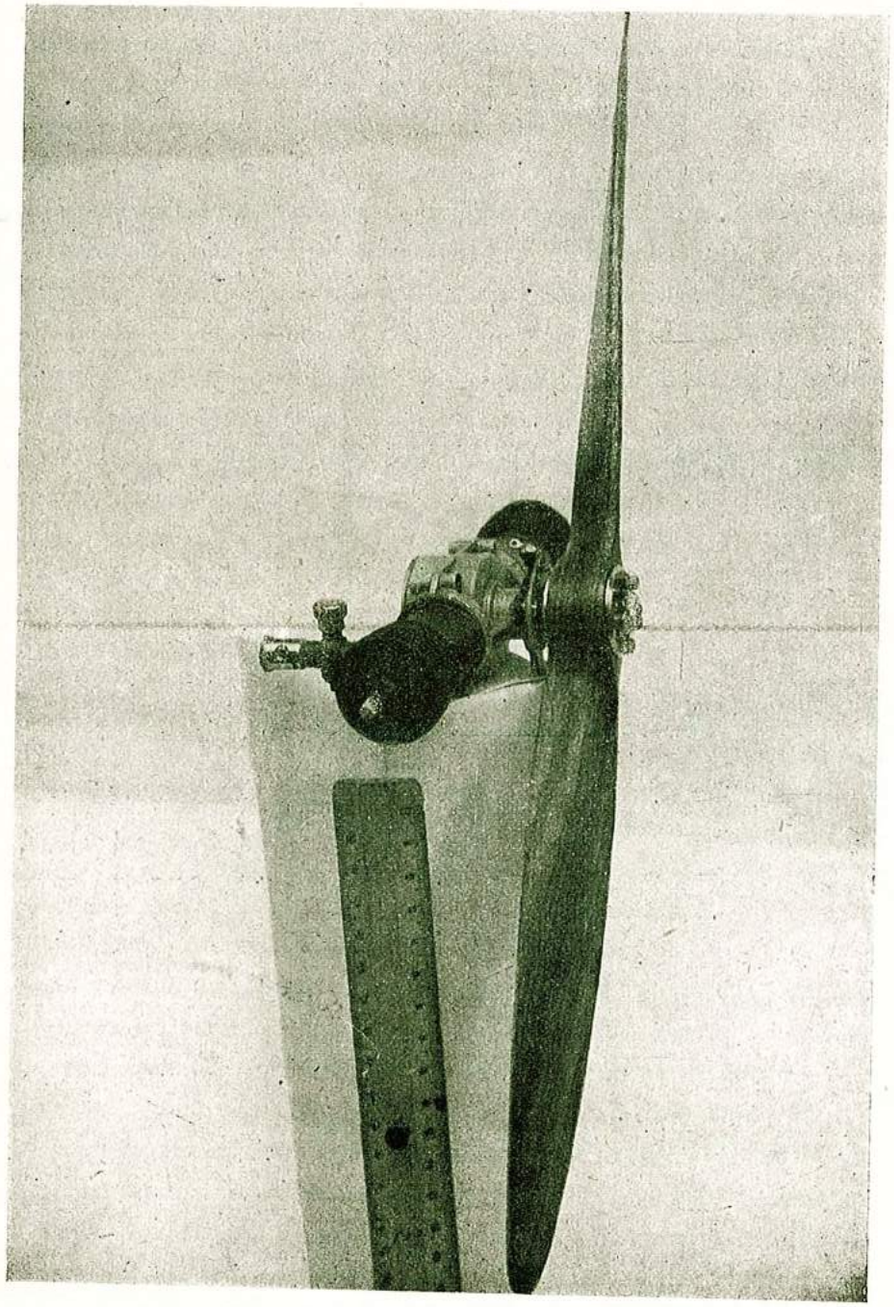
Elementi del motorino descritto: si vede il carburatore e il tubo di scarico montati sul cilindro.



Il motorino descritto nel presente capitolo come si presenta costruito e montato. (Il costruttore ha modificato soltanto il ruttore).

corpi buoni conduttori e che, pertanto, per portare l'elettricità da un punto ad un altro ci si serve di fili metallici. Per le sue particolari qualità uno dei metalli che più si presta a questo scopo è il rame.

Un filo percorso da una corrente elettrica genera, nello spazio che lo circonda, una specie di fluido invisibile che può però essere facilmente messo in evidenza da un ago calamitato, il quale si sposta dalla sua posizione di equilibrio quando viene avvicinato al filo. Lo spazio nel quale sono sensibili le azioni del filo percorso da corrente viene chiamato *campo elettromagnetico*. Ora, se avvolgiamo il filo in questione in spire a mo' di rocchetto, la spirale genera anche essa, all'interno e all'esterno, un campo elettromagnetico comportandosi nè più nè meno come una calamita col suo polo sud e il polo nord. Ora viene il bello: se avviciniamo alla prima



Un elegante motorino a due cilindri a due tempi, cilindrata 20 centimetri cubici, costruito in Italia. (Progetto dell'ing. Serafini di Bologna).

una seconda spiralina, assolutamente isolata da quella e senza che sia percorsa da alcuna corrente, quest'ultima sarà attraversata da una certa quantità di « fluido elettromagnetico » prodotto dalla prima spirale, o, meglio, come si dice più propriamente, da un certo *flusso elettromagnetico*. Nel 1831 Faraday scoprì che ogni volta si faceva variare in qualche modo il flusso che attraversava la seconda spirale, mentre si compiva questa operazione la spirale stessa diveniva sede di una certa forza elettrica (forza elettromotrice) che provocava una corrente elettrica nella spirale. Questa forza elettromotrice (abbreviando f.e.m.) era tanto più elevata quanto più grande era il flusso che attraversava la spirale e quanto più rapidamente avveniva la variazione

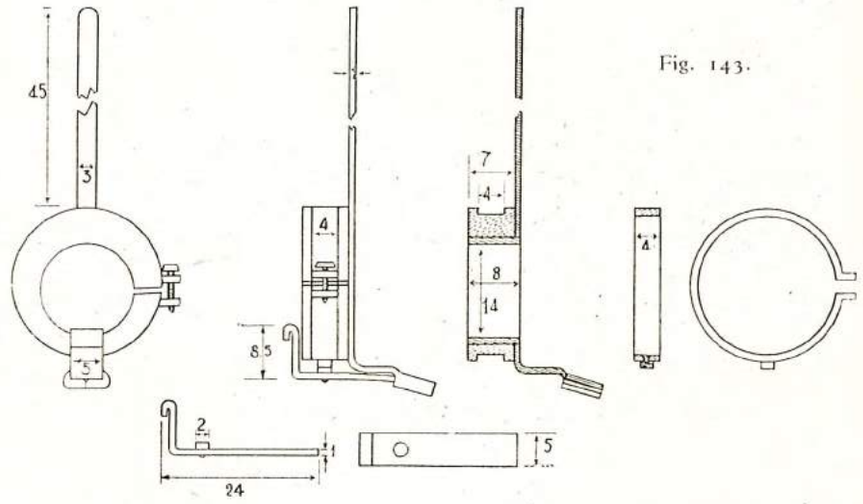


Fig. 143.

di flusso. Inoltre, la f.e.m. si moltiplicava col numero di spire che aveva la spirale.

Chiamiamo la prima spirale (quella che produce il flusso) semplicemente: *primario* e la seconda (quella attraversata dal flusso): *secondario*.

Non dobbiamo dimenticare che a noi serve una scintilla elettrica. L'esperienza ci dice che per attuarla è necessario avere a disposizione una elevatissima *forza elettro motrice* sul secondario, o più propriamente una notevolissima *tensione* tra i due estremi della spirale. Se, infatti, esiste una sufficiente tensione (misurata in *volt*) tra questi terminali ed essi sono sufficientemente ravvicinati, scocca la scintilla elettrica desiderata. Come pos-

siamo fabbricarci questa elevata tensione sul secondario? Abbiamo detto innanzi tutto che per ottenere una forza elettro motrice nella seconda spirale è necessario che il flusso prodotto dalla prima sia variabile. Per farlo variare potremo allontanare la seconda spirale, farla ruotare (come nei magneti) oppure, meglio ancora, annullare addirittura il flusso per poi ripristinarlo (in tal modo la variazione di flusso oscilla dallo zero al suo valore massimo). L'ultimo sistema può essere ottenuto interrompendo successivamente la corrente nel primario, corrente che, come ripetiamo, è quella che genera il flusso nel secondario. Disponendo quindi di un interruttore sul primario siamo sicuri che durante le interruzioni della corrente la seconda spirale diviene sede di una forza elettromotrice.

Dunque, riepilogando:, a noi serve notevole forza elettromotrice.

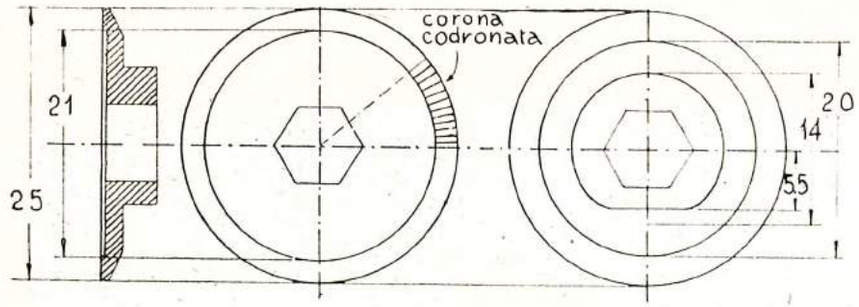


Fig. 144.

Questa, come abbiamo detto, è tanto più elevata quanto più grande è il flusso che attraversa il secondario. Per avere questo flusso è necessario che la corrente che lo genera sia adeguata. Il valore della corrente che percorre il primario dipende a sua volta dalla sorgente di energia elettrica (*pile*) ad esso connesso e dalla *resistenza elettrica* del primario. Per ragioni ovvie di peso e di ingombro dovremo, a questo riguardo, accontentarci della corrente fornita da una modesta pila (le normali pile per lampade tascabili) che si inserisce sul circuito elettrico del primario di resistenza adeguata alla capacità elettrica della pila stessa. Ora dobbiamo notare un'altra cosa prima di chiudere queste poche notizie sul funzionamento teorico della *bobina di induzione*.

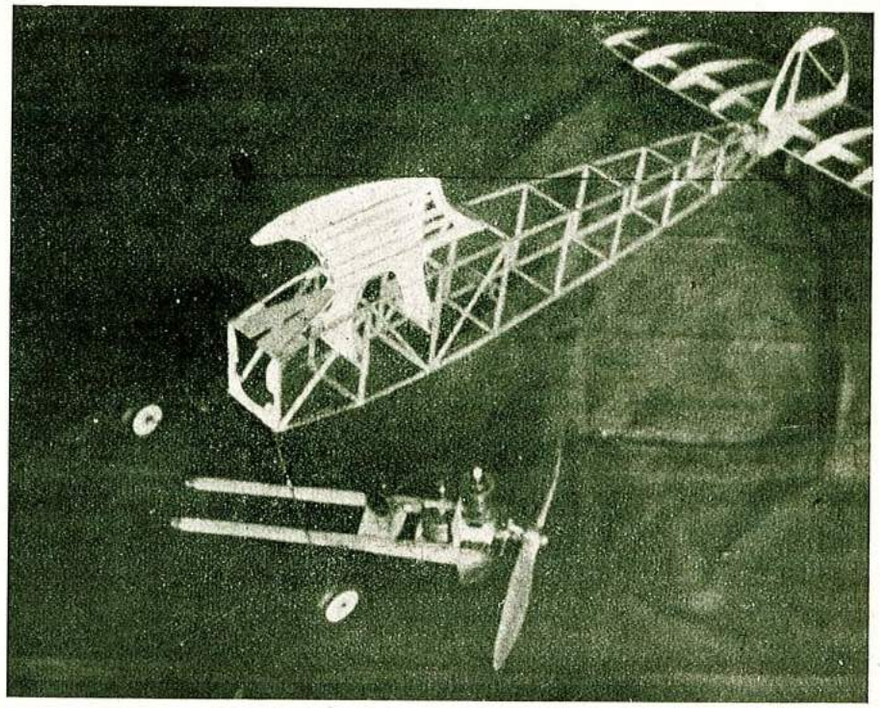
Il flusso elettrico che abbiamo prodotto ha una particolare predilezione per il ferro, specialmente se privo di altri elementi (*ferro dolce*) attraverso il quale passa con grandissima facilità (*permeabilità magnetica*). Approfittando di questo fatto, quindi, per aumentare l'effetto della induzione si pone nell'interno del primario un *nucleo di ferro dolce*. Si fornisce il primario di un interruttore, si moltiplicano poi le spire del secondario, e così la nostra bobina è bell'e fatta.

Facciamoci ora un elenco di ciò che occorre per fornire dell'accensione il nostro motorino (fig. 140):

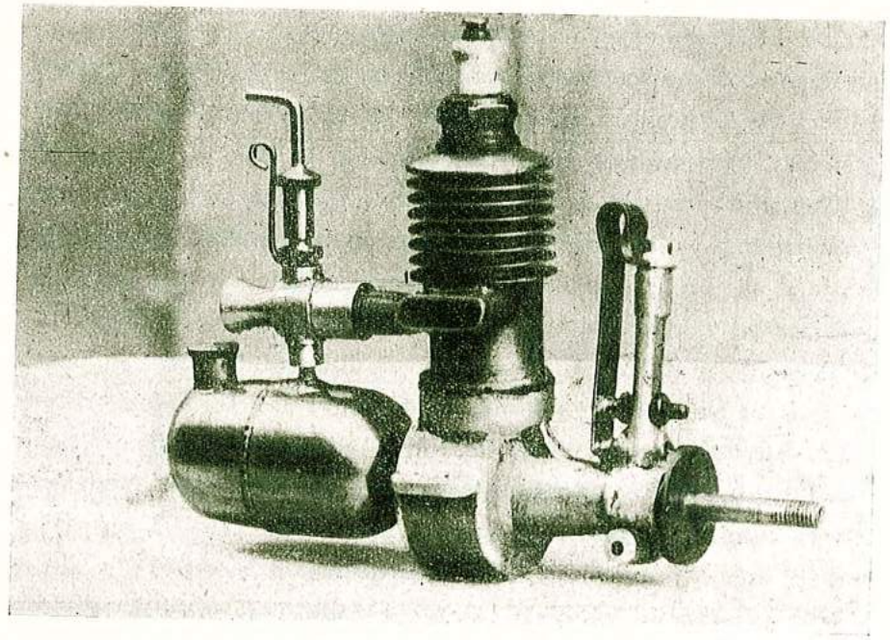
1) Una pila (o batteria di pile) necessaria a produrre la corrente del primario della bobina, corrente che genera il flusso elettromagnetico nel secondario.

2) Un avvolgimento primario.

3) Un interruttore capace di interrompere il circuito primario per



Un razionale sistema di montaggio sfilabile di un motorino.



Il « Giglio », motorino di 3 cmc., di costruzione italiana.

ottenere l'indispensabile variazione di flusso.

4) Un nucleo di ferro dolce.

5) Un avvolgimento secondario, isolato dal primario, avvolto su questo e avente un grande numero di spire.

6) Gli estremi del secondario collegati con opportuni conduttori che fanno capo ad un apparecchio tra le cui punte ravvicinate scocca la nostra scintilla, apparecchio che prende il nome di *candela*.

Dopo aver dato uno sguardo al funzionamento teorico del sistema di accensione dei motorini a scoppio per aeromodelli, possiamo descrivere la sua realizzazione pratica. Abbiamo elencato i vari elementi di cui si compone tale sistema. Diciamo subito che, sia la *pila*, che la *candela*, come pure il *condensatore* (elemento sussidiario), vanno acquistati in commercio: per la prima basta rivolgersi ad un comune negozio di elettricità chiedendo pile tascabili da 4 volt; per la seconda a ditte aeromodellistiche; per il condensatore — di cui daremo in seguito le caratteristiche — ad un negozio che venda materiale radio. Gli altri elementi — escluso l'interruttore, che è parte

integrante del motorino — costituiscono la *bobina di induzione*. Cominciamo dunque con questa: essa si compone: 1) del nucleo di ferro; 2) del primario; 3) del secondario; 4) di un sistema di isolamento tra primario e secondario; 5) di una custodia della bobina (fig. 141).

Il nucleo è costituito da fili di ferro dolce (ottimo quello da cappelli per signora) che si dividono in tante berrette da 6 cm. di lunghezza. Per eliminare alcune perdite sarà necessario che ogni singola barretta venga opportunamente verniciata con leggero strato di gomma lacca. Nel suo complesso il fascetto di fili di ferro dovrà avere un diametro di 8 mm. Si prende quindi un tubo di cartone bachelizzato (o anche laccato) che abbia un diametro intero di 8 mm. e lungo 63 mm. Agli estremi di questo si infilano, a forzare, incollandoli poi con colla forte, due dischi dello stesso tipo di cartone aventi un diametro di circa 30 mm. e fori uguali al diametro esterno del tubo: il complesso viene a costituire un rocchetto sul quale dovranno essere avvolti il primario e il secondario. Nel foro del tubo saranno allogate le barrette di ferro in modo che esse risultino del maggior numero possibile.

Avvolgimento primario. Sul rocchetto si avvolgono le spire primarie costituite da filo di rame verniciato di circa 0,25 mm. di diametro, costituito da circa 150 spire su due strati isolati accuratamente da un foglio di carta velina paraffinata. Si avrà cura di mantenere gli avvolgimenti un po' al centro del rocchetto. Si praticano ora due fori su uno dei dischi del rocchetto dalla banda degli estremi del primario in punti diametralmente opposti e vicini al bordo inferiore. L'estremo inferiore del primario si salda a stagno con una sottile trecciola di rame ricoperta di seta denudando prima le estremità dei conduttori e attorcigliandoli insieme. La saldatura va avviata con stearina avendo cura di non adoperare acidi. Nel punto della saldatura i fili potranno essere fissati al rocchetto con una goccia di ceralacca fusa. Il filo a treccia — lungo 15-20 cm. — si farà passare attraverso uno dei fori precedentemente praticati.

A questo punto è bene osservare lo schema elettrico della fig. 140. Questo schema, che riproduce abbastanza fedelmente quello teorico, è quello che dovrà essere adottato per il motore e montato sul modello. Le varianti sono dovute al fatto che, per ragioni di semplicità e opportunità, uno dei

conduttori che portano la corrente è costituito dalla stessa *massa* metallica del motore. In tale figura vediamo appunto come alcuni fili vengano collegati ad una parte tratteggiata che indica appunto la *massa*. Inoltre, sempre dalla stessa figura, osserviamo che tra l'interruttore, o *ruttore*, e la massa viene inserito un condensatore fisso che ha la funzione di evitare lo scintillamento tra le punte del ruttore e una *camma* — collegata con l'albero motore — che apre e chiude il ruttore stesso.

Tenuto dunque presente tale schema, riprendiamo la nostra descrizione. L'altro estremo del *primario* va collegato col ruttore e con uno degli estremi del *secondario*. A tale scopo si riuniscono elettricamente l'estremo di una trecciola (20 cm.), il capo del filo secondario e l'estremo del primario, saldandoli insieme a stagno nel modo che abbiamo descritto precedentemente. Si fissa poi la saldatura sul rocchetto con ceralacca, facendo passare la trecciola attraverso il secondo foro del disco. Va tenuto presente che le trecciole debbono passare a forzare attraverso i fori del disco e che le operazioni di saldatura non debbono menomamente danneggiare il rocchetto e l'isolamento dei fili.

Il primario e le relative saldature si coprono con 5 o 6 strati di carta velina, verniciando poi questa con dielettrico liquido o altra vernice isolante, avendo cura di non danneggiare l'estremo del secondario.

Avvolgimento secondario. Sul primario, così isolato, si procede all'avvolgimento del secondario, il cui capo, come abbiamo visto, è saldato all'estremo del primario. Tale avvolgimento si esegue con filo di rame, coperto a smalto con un diametro di 0,05 mm.

L'operazione si fa sul tornio a cui si imprime un moto di rotazione lento per evitare rotture. Il filo si accompagna con la mano, cercando di disporre le spire l'una accanto all'altra. Se il filo si rompe, si fissa quello già avvolto con una goccia di ceralacca e si procede poi ad una saldatura. Ogni strato va separato dal successivo con un sottile foglio di carta velina paraffinata. Si dovranno avvolgere così 16.000 (sedicimila) spire avendo avuto cura di tanto in tanto di verificare il passaggio della corrente col sistema accennato. L'estremo del secondario dovrà risultare dalla parte opposta del rocchetto rispetto agli estremi del primario (vedi fig. 142). Si pratica un foro, questa volta sull'altro disco, e vi si introduce una trecciola di rame

isolato il cui estremo si salda con l'estremo del secondario. Si fissa la saldatura con una goccia di ceralacca e si avvolge la bobina con 10 strati di carta verniciata con dielettrico liquido.

Il *condensatore* fisso avrà il valore di 0,01 micro-farad.

La bobina e il condensatore verranno quindi sistemati in una custodia costituita da un leggero tubo di cartone bachelizzato, o cartone laccato, o altro materiale isolante di adatte dimensioni. Da questa custodia, da appositi fori in essa praticati, dovranno dunque uscire 3 trecciole che faranno capo: 1) all'estremo del primario, che andrà collegato ad uno dei poli della batteria; 2) al nodo che unisce primario e secondario, che andrà alla punta isolata del ruttore; 3) all'estremo del secondario, che andrà alla candela.

Così il nostro impianto elettrico per l'accensione del motorino è terminato. Ora descriveremo un tipo di ruttore da montare sul motorino per ottenere l'interruzione del circuito al momento opportuno.

L'insieme del ruttore è illustrato in fig. 143 ed è così composto. Su di un collare in ferro di 14 mm. di diametro interno e che va infilato sopra il carter, come mostrano le figure d'insieme del motore, è, a sua volta, infilato un rondellone di bachelite o di fibra, con foro fuoricentro, che serve ad isolare dalla massa del motore un terzo collarino in ferro su cui è fissata una puntina platinata. Sia il primo collare in ferro che il secondo in bachelite sono spaccati per permettere al terzo di funzionare da morsetto e di bloccare tutto l'insieme sul collo del carter.

Sul primo collare è saldato un rondellone di ferro con due espansioni: una di queste fa da manico, l'altra, opportunamente sagomata e piegata, serve a serrare fra le sue labbra un pezzo di molla d'acciaio (ottima quella da orologi), piegata come indica la figura e portante la seconda puntina platinata.

Perchè l'interruttore funzioni, occorre che le due puntine vengano distaccate una volta per ogni giro dell'albero motore.

A questo scopo, sull'albero, e precisamente nel punto ove esso reca un dado esagonale, è infilata una *camma* (fig. 144).

Questo pezzo ha, nel nostro motore, due funzioni: interrompere il circuito e fare da flangia posteriore per il fissaggio dell'elica. Per questo, da un lato di essa esiste una corona codronata, che serve a bloccare l'elica, e dall'altro una camma su cui poggia la molla del ruttore.

In posizione normale le puntine sono tenute aperte, ma ad un certo punto la corona della camma è tagliata in modo da permettere l'accostamento delle puntine. E' quando queste tornano a staccarsi che avviene la scintilla. Bisogna tener ben presente questa particolarità durante la messa in fase del motore, e poichè la scintilla deve avvenire quando il pistone è al punto morto superiore, si dovrà montare la camma in modo che quando il pistone si trova nella predetta posizione le puntine stanno per distaccarsi. Così, ad ogni giro del motore abbiamo una apertura ed una chiusura del circuito, e cioè una scintilla nella candela. Poichè è possibile far ruotare tutto il ruttore attorno al collo del carter, è possibile regolare l'istante di accensione.

E' così possibile scegliere una posizione tale del ruttore, per cui l'istante di accensione convenientemente anticipato rispetto al punto morto superiore, permette al motore di erogare la sua massima potenza.

Manca ora soltanto la candela per completare il motorino, ma è inutile descriverla: essa deve essere acquistata dal commercio, non essendo possibile fabricarsela da sè. Esistono da tempo candele speciali piccolissime per tali motorini e la loro filettatura è standard: 9,4 passo 1.

Nelle fotografie riprodotte nelle pagg. 232 e 233 potrete osservare i diversi elementi di cui si compone il motorino descritto in questo capitolo e nella fotografia a pag. 234 lo stesso motorino costruito e montato.

AEROMODELLI DA SALA

Quando scende l'inverno, nei paesi del nord gli aeromodellisti di quei luoghi vengono costretti all'inazione: i campi sono coperti di neve e la nebbia non permette di seguire i voli. Quando non piove, il freddo non consiglia di muoversi di casa, per andarsi a gelare i piedi, le dita e la punta del naso sui campi di aviazione o sui prati.

Per questo gli aeromodellisti del nord e massimamente gli anglo-sassoni hanno escogitato un tipo di modello da poter far volare al coperto, magari dentro casa.

In Italia, invece, anche d'inverno, le buone giornate non mancano, e i costruttori possono continuare indisturbati la loro attività. Però, se non altro per tenersi al corrente di quello che si fa fuori dei confini, qualcuno ha cominciato a fare qualche cosa sullo schema straniero e molti altri chiedono come si deve fare. Ecco perchè questa nuova edizione del « Costruttore di aeromodelli » porta in aggiunta anche un capitolo sui modelli da sala.

Per la ragione stessa per cui è nato, il modello da sala deve essere piccolo, e leggero, per non provocare danni in seguito ad urti, e per poter volare in uno spazio relativamente ristretto.

Per la difficoltà di ottenere delle termiche in ambiente chiuso, e per

la poca eventuale potenza, il modello da sala si è diffuso soprattutto come modello ad elastico, differente però, come impostazione, dal tipo normalmente concepito per voli all'aperto, in quanto la durata del volo è tutta basata sulla durata della carica.

Si rende quindi necessario l'uso di matasse lunghe e fini, che assorbono un grande numero di giri. Queste matasse sono necessariamente poco potenti: ecco perchè l'apparecchio deve essere leggero.

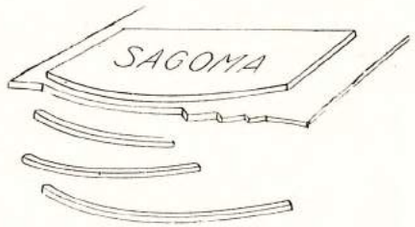


Fig. 145.

Così è sparita la fusoliera chiusa, per essere sostituita da un semplice bastoncino; è sparito, nella maggioranza dei casi, il carrello, poichè il lancio a mano è quasi universalmente usato; ma quello che è più interessante, è la trasformazione del profilo alare.

Si sa che per valori molto bassi della corda alare il profilo perde

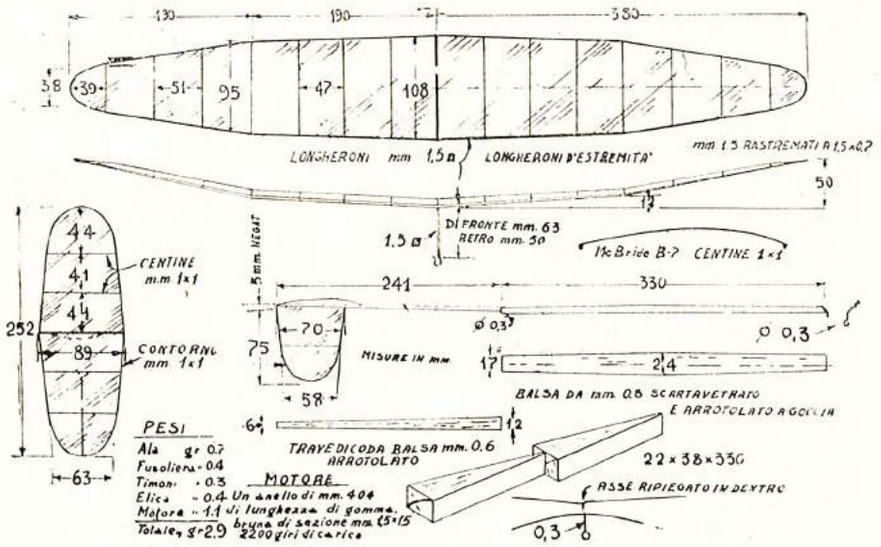
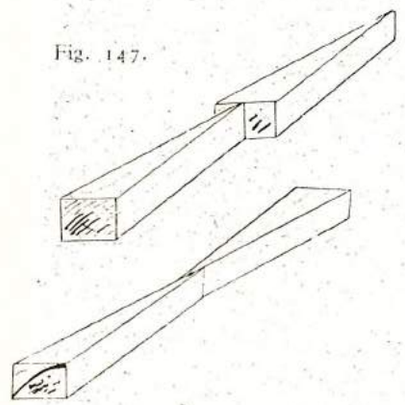


Fig. 146.

tutte le sue caratteristiche, per funzionare poco meglio di una lastra piana. Per questo il profilo alare è sparito, per lo meno nella forma normalmente intesa, per lasciar posto ad un centinatura ricurva, sì, ma ricoperta

solo sul dorso. Di conseguenza è sparito anche il longherone alare, che ha lasciato così al bordo d'entrata e a quello di uscita la funzione di sopportare tutti gli sforzi.


Fig. 147.

Il balsa è naturalmente il legno più usato da tutti i costruttori. In Germania si è tentato di sostituirlo con pagliuzze, fili di canna e di canapa, ma il balsa è sempre il materiale migliore, e naturalmente l'adesivo più usato è il collante cellulosico. In Italia si è usato Balsital, Agabalsa, o Paulonia. Le dimensioni dei modelli da sala si aggirano normalmente intorno ad un massimo di 60 cm. di apertura alare con un carico per decimetro che va da gr. 1,5 ad un massimo di gr. 5.

Non esiste un proporzionamento fisso fra le varie parti, anche per il fatto che l'aeromodello da sala è nato relativamente da poco e non si è ancora completamente sviluppato.

L'ala, che abbiamo detto, è costituita da una centinatura semplice senza

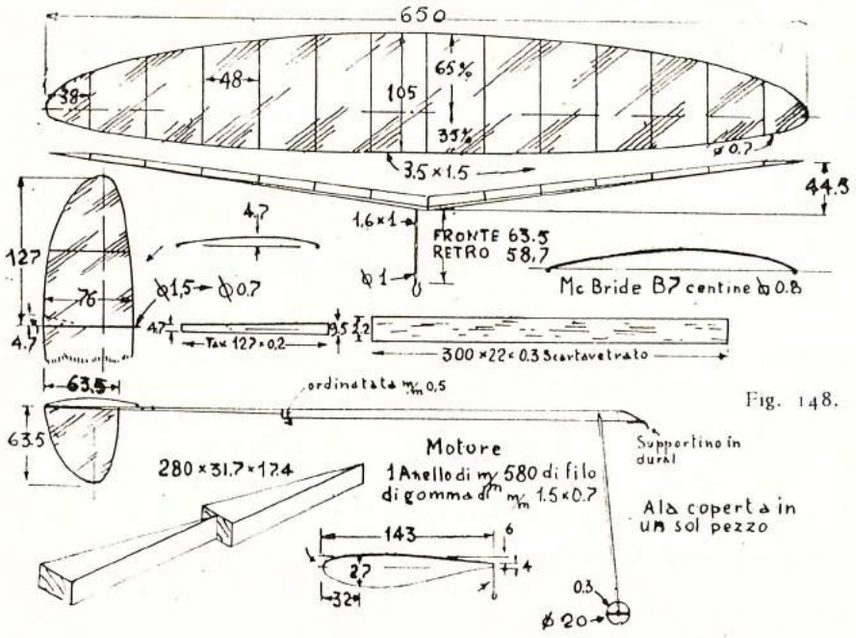


Fig. 148.



Un modello da sala in volo in un'aviorimessa.

longheroni, formata da listelli curvati o più semplicemente ricavati da una tavoletta di balsa di 1 mm. di spessore, per mezzo di un'apposita sagoma (vedi fig. 145) di compensato. Il profilo alare normalmente è il Mc. Bride B. 7 che potrete trovare nella raccolta in fondo a questo libro.

Il bordo d'entrata e il bordo d'uscita sono costituiti da listelli anch'essi di balsa di circa mm. 1,5×1,5.

L'ala è generalmente sopraelevata rispetto al bastoncino fusoliera, ed è unita a questo per mezzo di montantini di balsa o di sottilissimi fili di acciaio (1 o 2 decimi di mm.) fissati all'ala per mezzo di fasciature incollate alla fusoliera per mezzo di ganci.

La fusoliera presenta costruttivamente il maggior interesse. Nei modelli più semplici, infatti, essa è costituita da un modesto listello di balsa di adatte dimensioni (circa mm. 5×5); nei tipi più perfezionati, invece, essa è costituita da un vero e proprio tubo a sezione ovale (recante però l'elastico esternamente), ottenuto avvolgendo un foglietto di balsa di mm. 0,5

di spessore attorno ad un'anima di 5 mm. di diametro divisa in due parti: quella anteriore, la più lunga, sopporta l'elastico, mentre la posteriore più corta serve semplicemente da trave di coda per sostenere i timoni.

I ganci porta-matassa sono generalmente costruiti con filo di acciaio; ma per tutti questi dettagli sono certamente più chiari i due disegni costruttivi che riportiamo.

I piani di coda sono costruiti sullo stesso sistema dell'ala e generalmente con lo stesso profilo, montati con una leggera incidenza negativa.

Il timone di direzione si usa generalmente rovesciato, posto cioè al disotto del piano di quota (vedi schemi nelle figg. 146 e 148) e in modo che serva anche da pattino di coda, e si usa come nella totalità dei casi profilato come l'ala, oppure svergolato, per correggere la virata provocata dalla coppia dell'elica.

Il carrello è anch'esso in balsa, fissato alla fusoliera con una goccia di collante, e le ruote, che non sempre sono presenti, sono costituite da un cerchietto di legno (balsa) con un traversino, cui è fissato un tubetto di carta che fa da mozzo.

L'elica, naturalmente, è in balsa, e può essere ricavata dal blocco, con particolari accorgimenti, oppure centinata, nè più nè meno come l'ala.



Una gara in una sala coperta in una città degli Stati Uniti.

Nel primo caso, data la sottigliezza delle pale, si deve badare molto alla venatura, che nella sezione trasversale del blocco va disposta diagonalmente in modo da risultare parallela al profilo della pala (vedi fig. 147). Logicamente, usando il sistema normale di costruzione, la venatura risulterebbe giusta per una delle pale; ma non per l'altra. Si usa allora ricavare le pale da un blocco tagliato diagonalmente per il lungo, e riunito poi per le parti più strette (fig. 147). In tal modo la venatura risulta giusta per entrambe le parti, mentre la giuntura al centro è sufficientemente robusta, data la bassa velocità di rotazione.



Una gara di modelli da sala in Germania. Notare il modello in volo mentre un gruppo di concorrenti sono pronti per i lanci.

Nel secondo tipo, invece, occorre un vero e proprio scalo di montaggio, sistema che richiede, quindi, una pazienza ed una abilità non comuni.

Questo per quanto riguarda la costruzione. Per il proporzionamento basterà dire che il diametro di tali eliche si aggira intorno alla metà dell'apertura alare, mentre il passo varia da una volta e mezza a due volte il diametro, con una larghezza di pala 1/7, 1/8 del diametro.

Si comprende come, con simili caratteristiche, un'elica siffatta debba girare lentamente. Infatti, le velocità di rotazione si aggirano normalmente attorno ai 200-300 giri al minuto. Poichè, data la piccolezza delle matasse, il numero di giri di carica sta attorno ai 2000, si spiegano facilmente i voli di 8-10 minuti compiuti da tali modelli.

La copertura delle superfici è la parte più caratteristica, se non la più importante. Infatti la carta, anche finissima, è troppo pesante per modelli del genere, che, oltre tutto, sono troppo fragili per potere essere sottoposti alla tensione della carta. Si è ricorso perciò ad una sottilissima pellicola celiulosica che gli americani chiamano « *microfilm* » e che ciascuno si può fabbricare in casa con poca spesa e facilmente.

Il liquido può essere variamente composto, ma diamo qui una ricetta adatta per circa 240 grammi di *microfilm*, che basteranno a coprire una discreta quantità di modelli.

1°	vernice a tendere alla cellulosa (emaillite tipo infiammabile)	g. 200
2°	olio di ricino	» 15
3°	acetato di amile	» 10
4°	canfora una tavoletta (quadretto) . . .	»
5°	olio etereo (per esempio di garofano) . . .	gocce 20

Desiderando che la pellicola sia colorata, si può aggiungere un po' di anilina, solubile nello spirito.

Ottenuta questa specie di vernice si prepari una bacinella di acqua, ben pulita, e vi si immerga un anello di filo di ferro con manico, che servirà ad estrarre la pellicola. Si versi allora delicatamente sull'acqua il liquido preparato: lo si vedrà stendersi rapidamente sulla superficie di questa come una chiazza, i cui orli, dopo un po', cominceranno ad arricciarsi. La pellicola viene estratta, come abbiamo detto, per mezzo dell'anello di fil di ferro. Mentre la si estrae, conviene tenerla inclinata, per far gocciolare l'acqua. Così tesa sul suo supporto è pronta per essere adoperata.

La copertura viene fatta in genere su una semiala per volta, premendo le strutture delicatamente contro la pellicola dopo averle prima bagnate con una colla adatta che può essere semplicemente un po' di saliva: l'eccesso

di pellicola si porta via con un filo caldo. Molti costruttori, però, usano costruire le ali in piano dando il V dopo la ricopertura, spezzando al centro i bordi d'entrata e di uscita e fissando la rottura con un po' di collante cellulosico.

Tutte le superfici sono coperte generalmente da una parte sola, e più precisamente sul dorso.

Il centraggio è abbastanza semplice, poichè si ottiene mediante lo spostamento dell'ala: l'unica difficoltà è rappresentata dalla neutralizzazione della reazione dell'elica, che, date le dimensioni di quest'ultima, è piuttosto forte.

Poichè non è possibile inclinare lateralmente l'albero, è necessario correggerla costruendo il timone dissimmetrico o inclinato, e, più semplicemente, usando per esso lo stesso profilo dell'ala, o, comunque, un profilo portante. Molto spesso anche questa correzione non è sufficiente: si deve allora decentrare l'ala, in modo che una delle due semiali risulti più grande dell'altra.

La difficoltà maggiore consiste nel trovare il locale adatto, poichè occorre un'altezza di soffitto considerevole.

Qualora non sia possibile utilizzare un'aviorimessa del locale aeroporto, si può chiedere il permesso di far eseguire i voli in una sala di teatro o di un giardino d'inverno (pista di pattinaggio, piscina, od altri luoghi coperti).

Se il locale è riscaldato, o se è orientato in modo tale da permettere l'ingresso di correnti d'aria, si può provare ad ottenere delle termiche, che, anche se deboli, sono abbastanza sentite da modelli del genere. Qualora le condizioni ambiente siano buone, i voli di 15-20 minuti non saranno rari.

MONTAGGIO E PRIME PROVE

Dopo aver costruito le ali, la fusoliera, gli impennaggi, gli organi di contatto col suolo e, salvo che non si tratti di veleggiatori, l'elica e il motore, l'aeromodellista deve procedere al montaggio di tutte queste parti.

Ci occuperemo, prima di tutto, del montaggio delle ali costruite in un sol pezzo. In un modello semplice, con fusoliera composta da un regolo a sezione rettangolare, il montaggio dell'ala può essere eseguito con l'applicazione di un listello che attaccheremo ai diaframmi dell'unione delle due mezze ali, o alla cèntina centrale (o alle cèntine centrali se l'ala ha due cèntine centrali). Questo listello dovrà sporgere dall'ala tanto anteriormente che posteriormente, per poter essere fissato, mediante legature o fascette metalliche, al regolo-fusoliera (fig. 149).

Anche per montare ali su fusoliera a tubo può essere seguito questo sistema, per quanto ve ne siano altri ugualmente pratici e semplici. Uno consiste, per esempio, nel porre due piccoli cuscinetti di sughero sotto il centro dell'ala, in corrispondenza dei longheroni. Alla cèntina (o alle cèntine), sempre nei medesimi punti in corrispondenza dei longheroni, applicheremo due legature di spago sottile e robusto con le quali fisseremo l'elastico che serve a tenere stretto il tubo-fusoliera all'ala (vedi fig. 150) Il sistema

migliore, però, è quello di applicare ai diaframmi che tengono unite le due mezze ali due supporti di lamiera di alluminio (fig. 151), con un incavo a collare che abbracci circa metà del tubo. L'applicazione di questi supporti ai diaframmi dell'ala si fa con l'ausilio di piccoli bulloncini. L'ala si fissa al tubo con un filo d'elastico che abbraccia il tubo ed il collare dei supporti (fig. 152). Un altro sistema consiste nell'applicazione di gancetti metallici ai diaframmi: un filo d'elastico, che passa intorno al tubo e avvolto ai ganci, serve al fissaggio dell'ala.

Questi sistemi descritti possono essere seguiti anche per fissare ali su

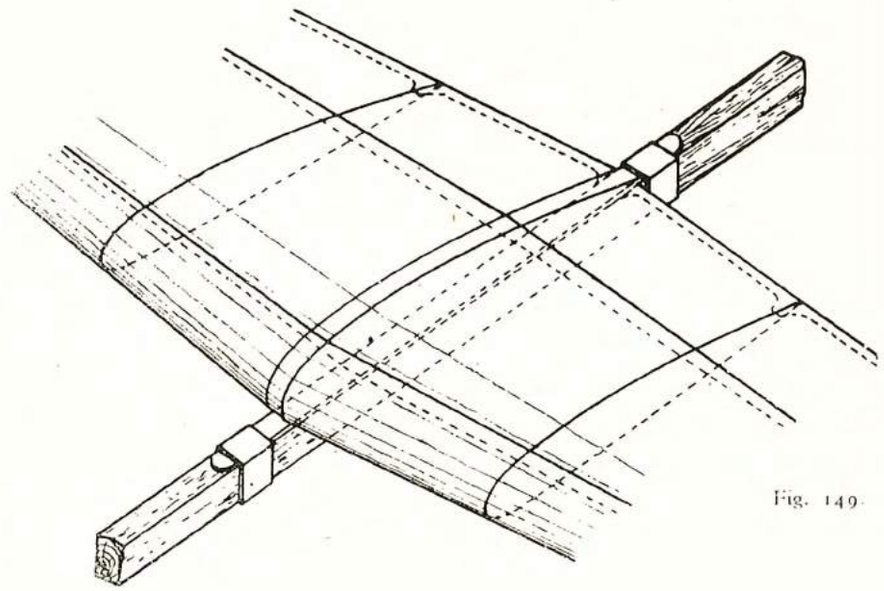


Fig. 149.

modelli a fusoliera, quando l'ala possa appoggiare e combaciare esattamente su quesra. Ma in tal caso si può fare uso di un filo d'elastico che potrà stringere la fusoliera incrociandosi sopra l'ala sulla sua parte centrale (v. fig. 153). Un altro sistema ancora è questo: passare il filo di elastico intorno a quattro piccoli perni che avremo avuto cura di fissare precedentemente sulla fusoliera. Si veda il procedimento sulla figura 154.

Naturalmente, i metodi e i sistemi di cui ci siamo occupati non sono i migliori per attaccare le ali alla fusoliera. L'aeromodellista, ad ogni modo,

potrà scegliere fra questi che abbiamo descritti e quelli che illustreremo qui appresso.

Per comodità di costruzione, e perchè si possono smontare con facilità,

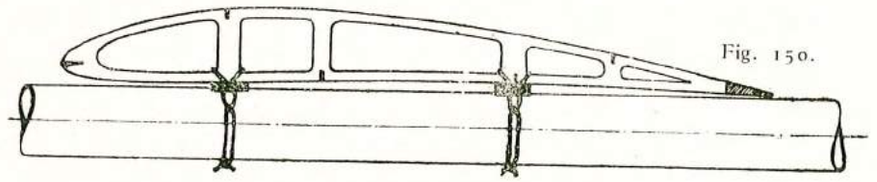


Fig. 150.

si costruiscono ali in più parti. Comunemente, come abbiamo insegnato nel capitolo dedicato all'ala, si costruiscono due semiali, ma si possono costruire anche ali in tre parti, e cioè due mezze ali e una parte centrale.

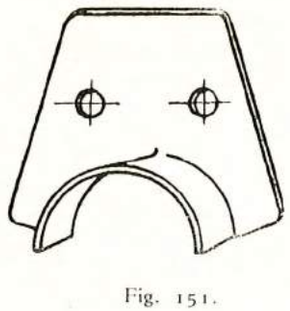


Fig. 151.

Di questo genere noi descriveremo il tipo più comune, con innesto detto a *baionetta*.

Il primo tratto dei longheroni di una delle mezze ali deve essere costruito a parete doppia, con un vano interno nel quale alloggi una lama metallica, la *baionetta*, che sarà generalmente di lamiera di alluminio di spessore più o meno grosso a seconda delle dimensioni delle mezze ali (figg. 155 e 156). La baionetta viene fissata, quindi, ai longheroni dell'altra semi ala. Se si tratta di ali in tre pezzi, le lamiere di alluminio verranno applicate a tutt'e due le semiali e poscia infilate e fissate nella parte centrale. E' ovvio che usando questo si-

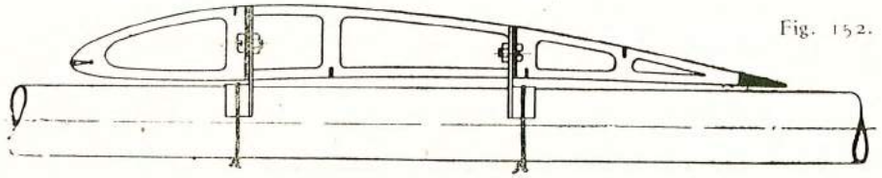


Fig. 152.

stema di innesto a baionetta si dovrà fissare le lamiere con piccoli catenacci.

In molti casi, specialmente nella costruzione di modelli veleggiatori, potranno bastare baionette in compensato o in legno duro, eventualmente

libere (e perciò facili da ricambiare) e infilate in alloggiamenti appositi sia dell'ala, sia della fusoliera. Le baionette in legno possono essere vincolate dall'esterno con viti.

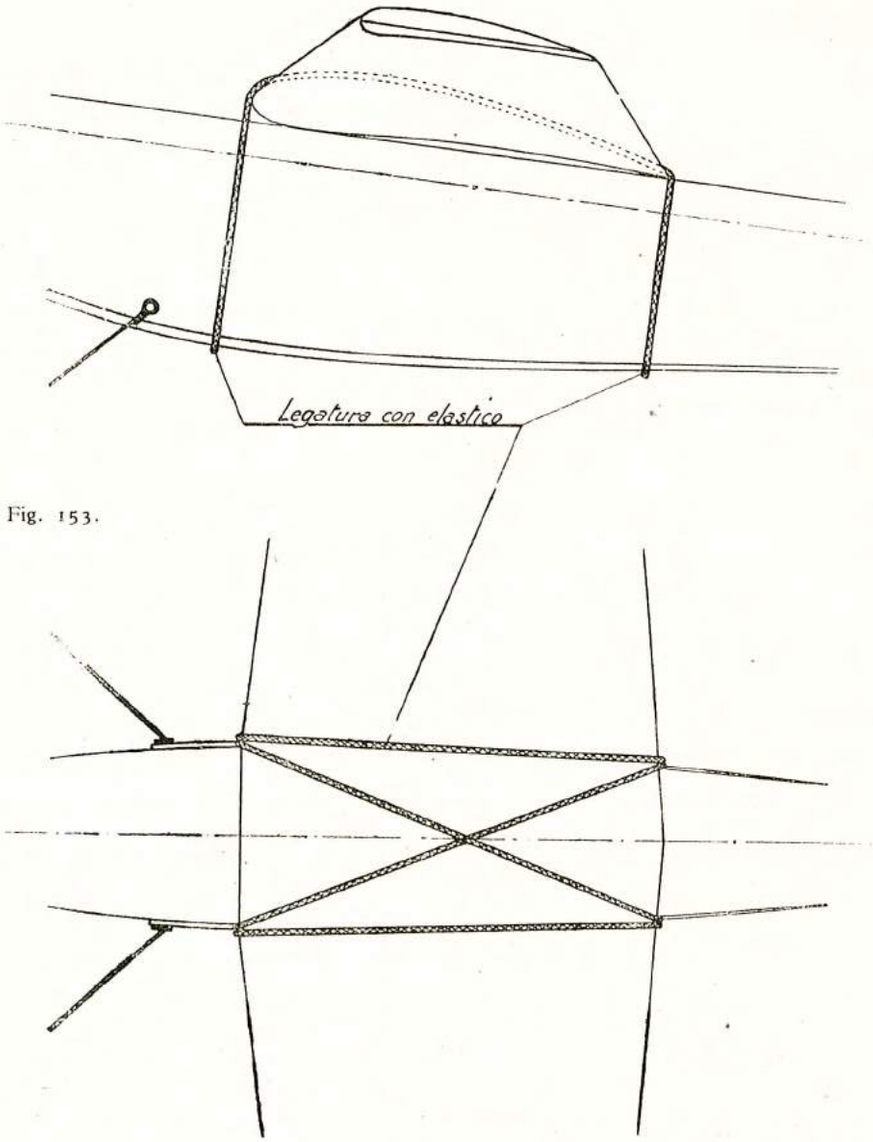


Fig. 153.

I piani di coda si fanno spesso solidali l'uno con l'altro, e l'insieme viene fissato alla fusoliera con sistemi quasi identici a quelli delle ali.

In molti casi, però, occorre prevedere la necessità di variare l'incidenza del piano orizzontale. Per questa ragione si applica alla parte posteriore del piano orizzontale un leggero cuneo di sughero, od anche di

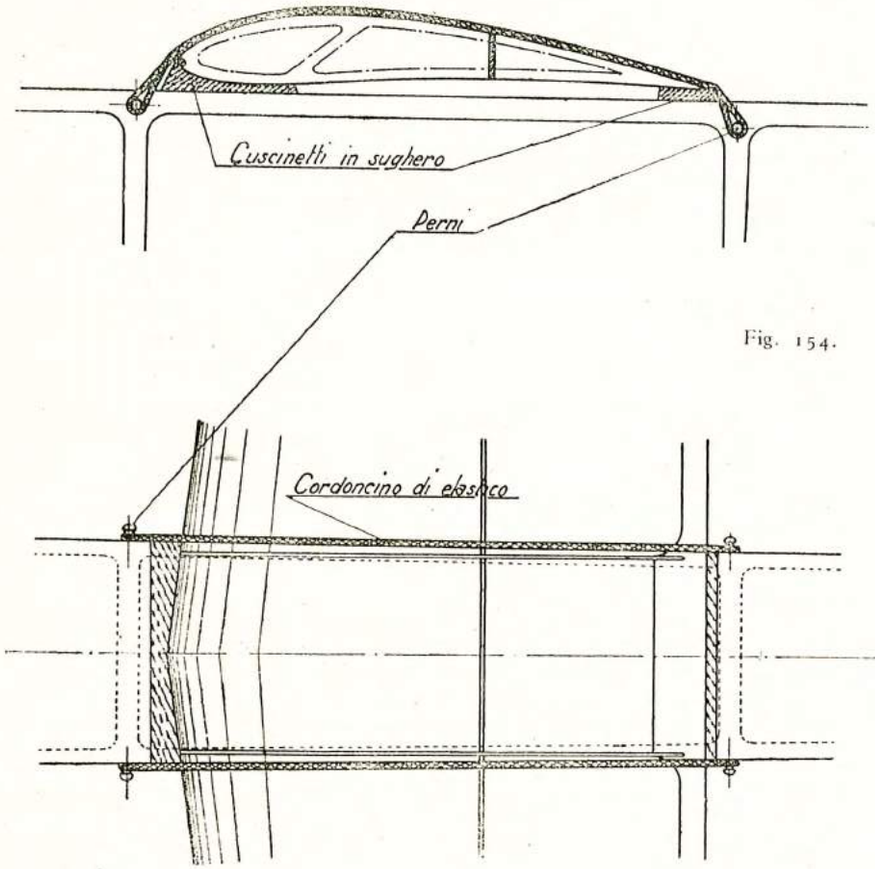


Fig. 154.

legno, il quale cuneo, spostato in avanti o indietro, darà al piano l'incidenza necessaria per una buona stabilità di volo (fig. 157).

L'incidenza giusta si troverà facilmente durante le prove di volo, dopo di che si fisserà stabilmente il cuneo agli impennaggi.

Una delle sistemazioni più importanti è quella del motore. Trattandosi di motore ad elastico, il sistema più semplice è quello di usare una unica matassa, attaccata a due ganci di cui uno sia fisso e l'altro sia for-

mato dal prolungamento, opportunamente ritorto, dell'albero dell'elica. La matassa può essere posta internamente ad un tubo, oppure può rimanere completamente libera, se si tratta di elastico da mettere su un semplice regolo di legno, o su una fusoliera priva di tubo.

Montare una matassa su una fusoliera-tubo, o, comunque, su una fusoliera munita di tubo, è facile. Basta applicare ad una estremità un tappo con un gancio fisso (fig. 158) e all'altra il supporto dell'elica. Al gancio del primo tappo e al gancio dell'albero dell'elica che passa e scorre nell'altro

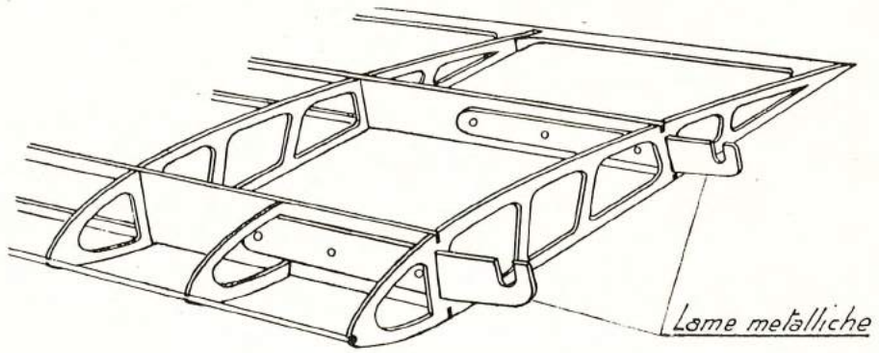


Fig. 155.

tappo (fig. 159) ossia nel supporto, vengono fissati i due capi della matassa.

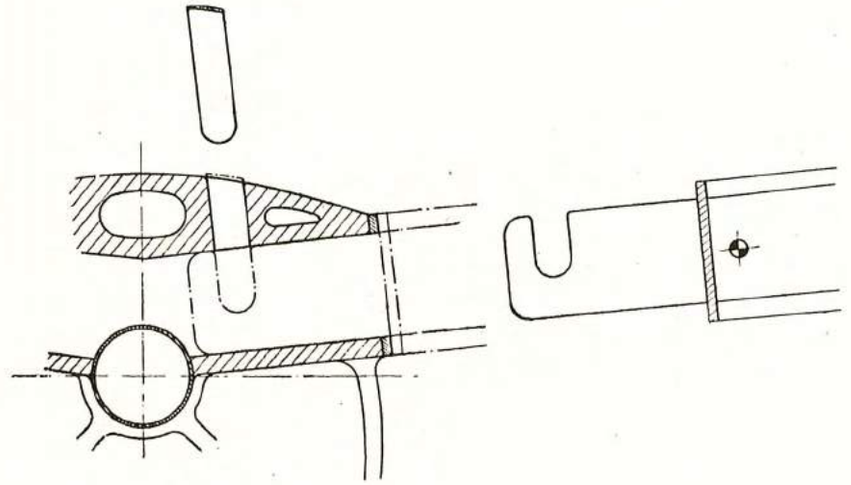
Nel caso, invece, che il modello non sia dotato di tubo, il gancio fisso potrà essere applicato ad un tappo che trova alloggio nell'ultimo diaframma, oppure potrà essere fissato ad uno dei diaframmi. L'altro capo della matassa verrà, naturalmente, fissato al gancio dell'albero dell'elica.

La sistemazione dell'elica è generalmente eseguita nella maniera già illustrata dalle figure del capitolo relativo. Però la forma e le dimensioni del supporto possono variare, sopratutto, a seconda del tipo della fusoliera.

In alcuni casi la matassa motore può essere doppia, formata cioè da due matasse, una delle quali, praticamente, forma il prolungamento dell'altra, con l'interposizione fra le due matasse di una coppia di ingranaggi (fig. 160) situati nella parte opposta all'elica. Con questo sistema si aumentano i giri della matassa e si ottiene un tempo maggiore di scarica. Però

si tenga presente che il rendimento generale sarà inferiore, perchè si avrà un aumento non indifferente di peso.

Un sistema, invece, che dà ottimi risultati, è quello di servirsi di due



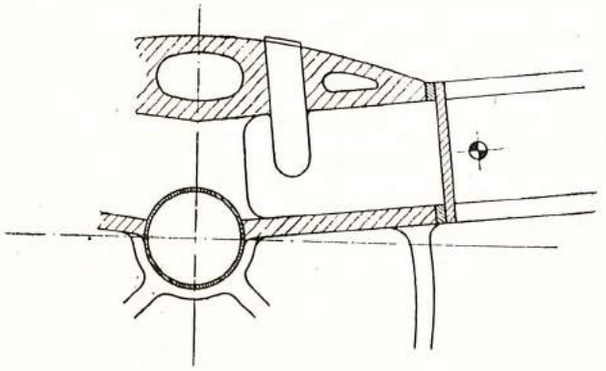


Fig. 156.

o più matasse le quali, a mezzo di un gruppo di ingranaggi (fig. 161), si scaricano contemporaneamente azionando un'unica elica. A parità di sezione di matassa d'elastico si può dare un numero assai maggiore di giri di carica, ottenendo una durata molto maggiore, sia pure con una potenza leg-

germente inferiore. Montando, invece, matasse che abbiano ciascuna una sezione uguale a quella di una matassa, si ottiene la medesima durata di scarica, ma una potenza molto maggiore.

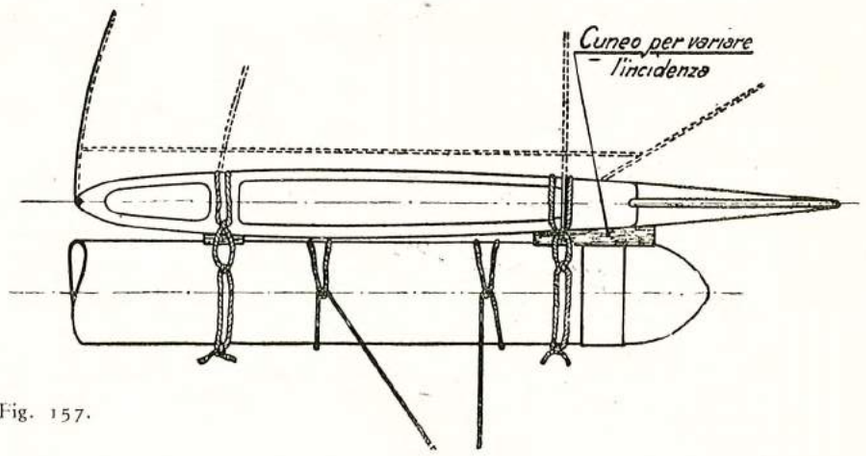


Fig. 157.

Infine, per i costruttori più esigenti illustriamo un sistema di ingranaggi (fig. 162) che azionano contemporaneamente due eliche coassiali, comandate ciascuna da una matassa di elastico. Come vedete, un'elica è in presa diretta, mentre l'altra riceve il moto attraverso un sistema di ingranaggi. Le eliche funzionano ruotando ciascuna in senso opposto, cosicchè il valore della coppia di rotazione si elimina automaticamente diventando nullo. Tale dispositivo è adatto solo per modelli progettati per gare di velocità.

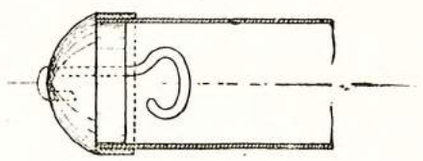


Fig. 158.

L'applicazione di ingranaggi porta un aumento di peso, nonchè perdite di rendimento meccanico dovute agli attriti, perdite che non sempre vengono compensate dal miglior rendimento che si ottiene, sopratutto se gli ingranaggi non sono perfetti e montati con estrema cura.

IL CENTRAMENTO

Montato il modello, e controllato che tutte le unioni siano state perfettamente eseguite, e che ala, fusoliera e impennaggi non presentino deformazioni o irregolarità, si dovrà verificarne il centramento. E' di massima necessario, per ottenere un volo stabile e corretto, che il baricentro dell'aeromodello completo coincida col terzo anteriore della corda media aerodinamica alare, ossia che la risultante di tutti i pesi cada in corrispondenza della risultante aerodinamica totale, la quale appunto si trova in genere sul 30% della corda alare.

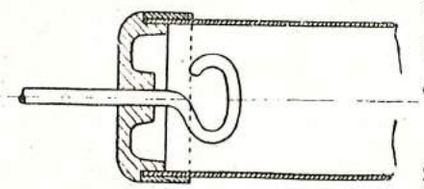


Fig. 159.

Fanno eccezione a tale norma quegli aeromodelli con coda dissimmetrica portante che sono appositamente studiati per un centraggio arretrato, nel qual caso in genere il baricentro è opportunamente situato in prossimità del bordo d'uscita dell'ala.

In molti aeromodelli, specialmente se di costruzione semplice e con fusoliera a tubo, le ali non hanno una posizione fissa calcolata, e perciò l'aeromodellista deve, con tentativi, determinarne la giusta posizione. Un modo pratico per fare ciò è quello di cercare il punto d'equilibrio mettendo

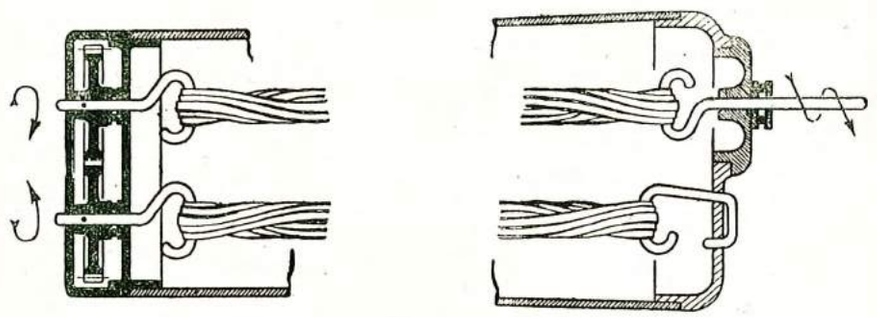
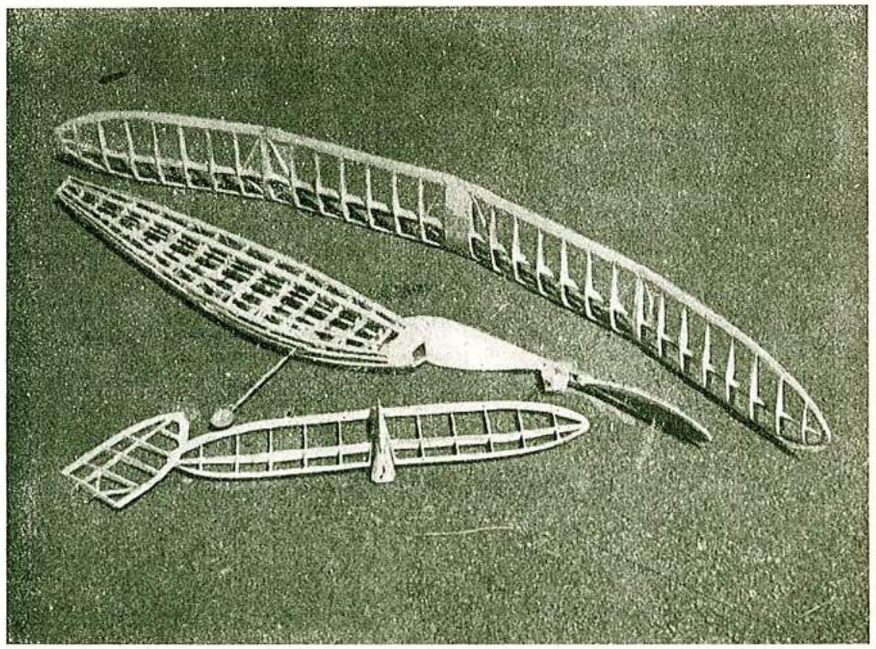


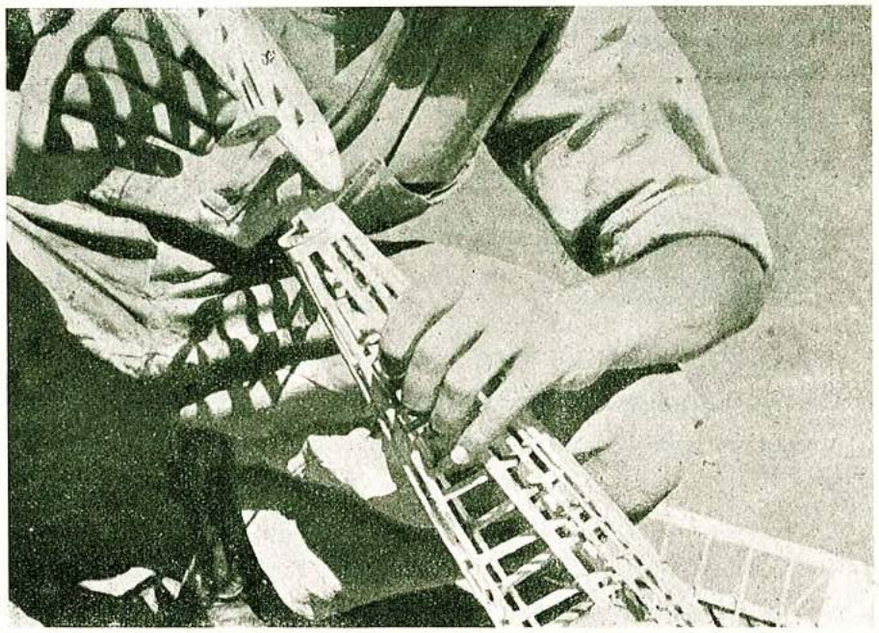
Fig. 160.

la fusoliera con tutte le altre parti dell'apparecchio montate (esclusa l'ala, si intende) in bilico su un filo teso, oppure sul taglio di una lama di coltello.

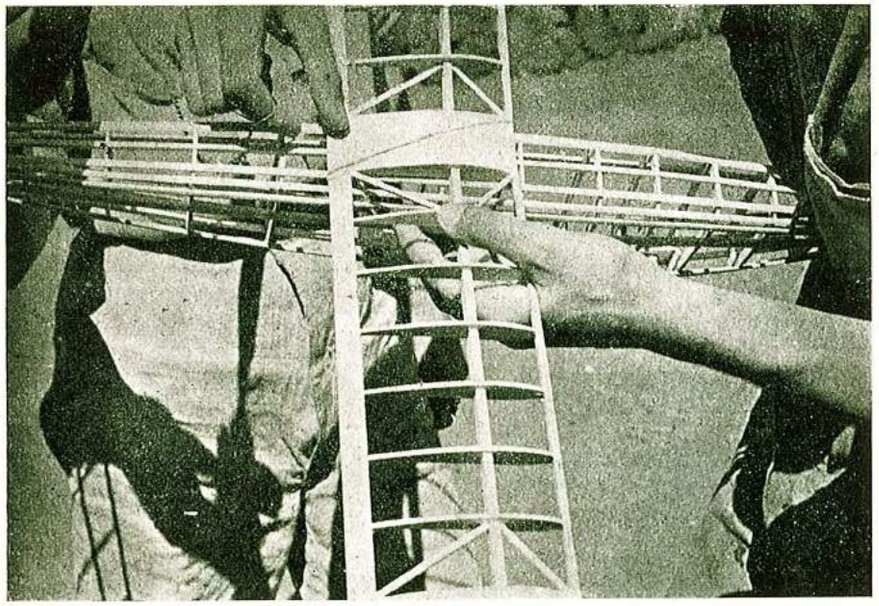
Ottenuto l'equilibrio, sia laterale che longitudinale, sarà facile determinare il centro di gravità, che si trova perpendicolarmente al disopra del punto d'appoggio. Quindi si potrà fissare l'ala badando che l'equilibrio prima ottenuto non venga variato. (Questo sitema di centraggio è anti-



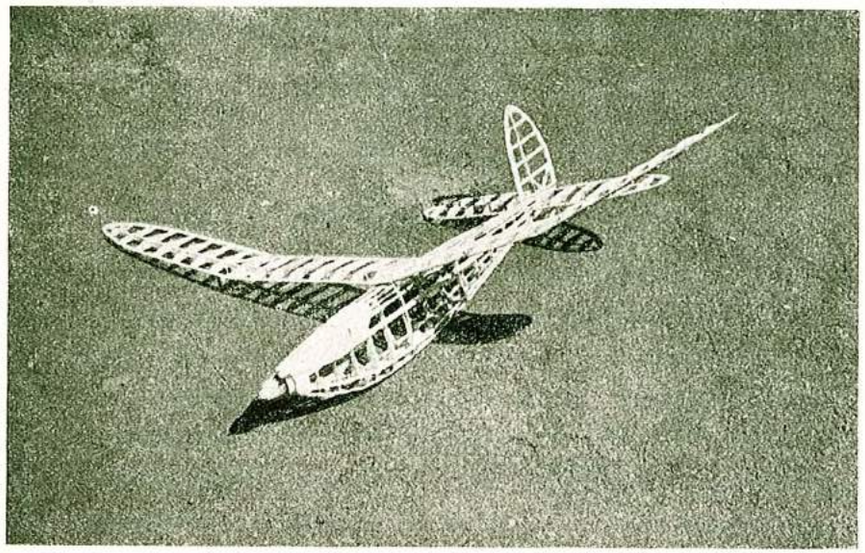
1 - Bellissimo scheletro in balsa di aeromodello ad elastico (costruzione Arsani). Le varie parti sono pronte per essere unite.



2 - Il tappo porta impennaggi deve infilarsi alla perfezione nell'apposito incastro.



3 - Pure l'ala, che deve poggiare bene sulla fusoliera, viene collegata a quest'ultima mediante legatura elastica per attenuare gli effetti degli urti. Molti aeromodellisti sostengono che questo è il miglior sistema per fissare un'ala. Comunque, ci sembra il più semplice.



4 - Infine ecco il modello completamente montato e pronto per la ricopertura.

quato e può dar luogo a spiacevoli sorprese se l'ala viene spostata troppo indietro rispetto al punto che abbiamo precisato nel capitolo relativo al progetto del modello. Si userà solo nei modelli ad elastico e il meno possibile).

Questo per quanto riguarda modelli nei quali la posizione dell'ala può essere determinata sperimentalmente; in quelli, invece, nei quali, per ragioni estetiche, o costruttive, la posizione dell'ala è fissa, il centramento si ottiene con l'aggiunta di pesi di compensazione. Il progettista accorto, però, sia costruendo in analogia a precedenti suoi aeromodelli, sia facendo precedere la costruzione da qualche semplice calcolo, potrà prevedere la po-

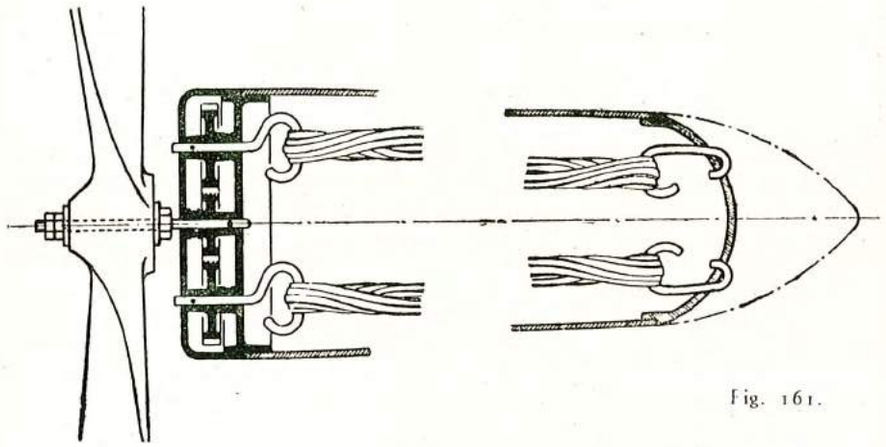


Fig. 161.

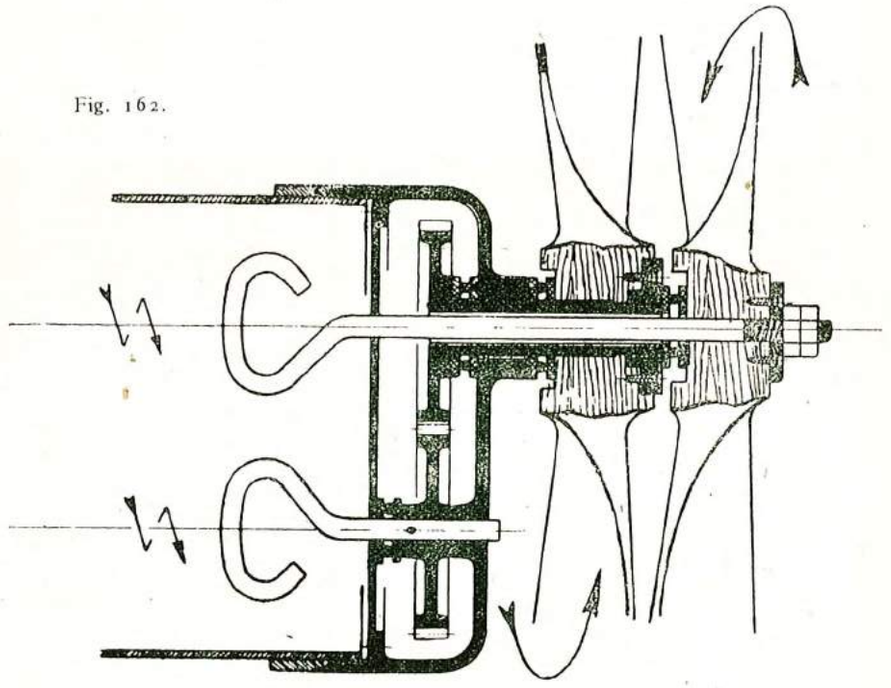
sizione finale del baricentro sul suo aeromodello e curare che l'ala si trovi in posizione corrispondentemente adatta.

Quanto all'incidenza da dare al profilo, questa sarà definita in volo, rispetto al filo del vento dal calettamento del piano di coda, che va determinato per tentativi durante le prime prove di lancio a mano, da effettuarsi in assenza di vento e senza l'elica in azione, anche nel caso degli aeromodelli a motore. E' opportuno che tale incidenza sia quella di *efficienza massima*, ricavabile dai diagrammi dei profili pubblicati dai centri sperimentatori, o anche un'incidenza leggermente superiore, che genera maggiore portanza, migliore velocità di salità e minore velocità di caduta (verticale) in volo planato. Allo scopo di ottenere che la fusoliera, durante il volo, si mantenga

nel filo del vento (ed offra così la minima resistenza all'avanzamento) è conveniente ricavare l'entità (in gradi) di tale incidenza ottima dai dragrammi, e calettare a tale incidenza l'ala rispetto all'asse della fusoliera (o, per semplicità e nel caso di fusoliere quadrangolari, rispetto alla superficie superiore di questa).

Fissata in posto l'ala (quando si possa effettuare facilmente una variazione dell'incidenza del piano di coda) si determinerà il *diedro longitudinale*, cioè l'angolo fra ala e coda, con prove di lancio. (L'entità di tale

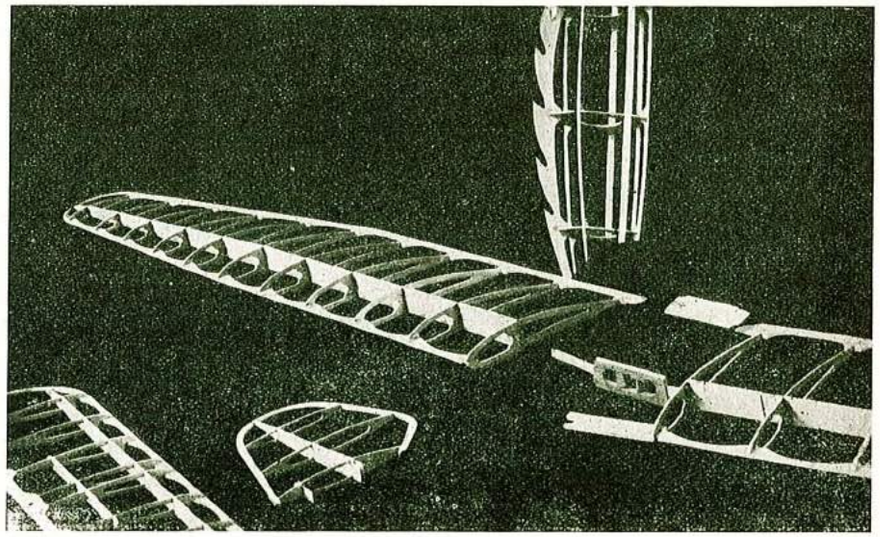
Fig. 162.



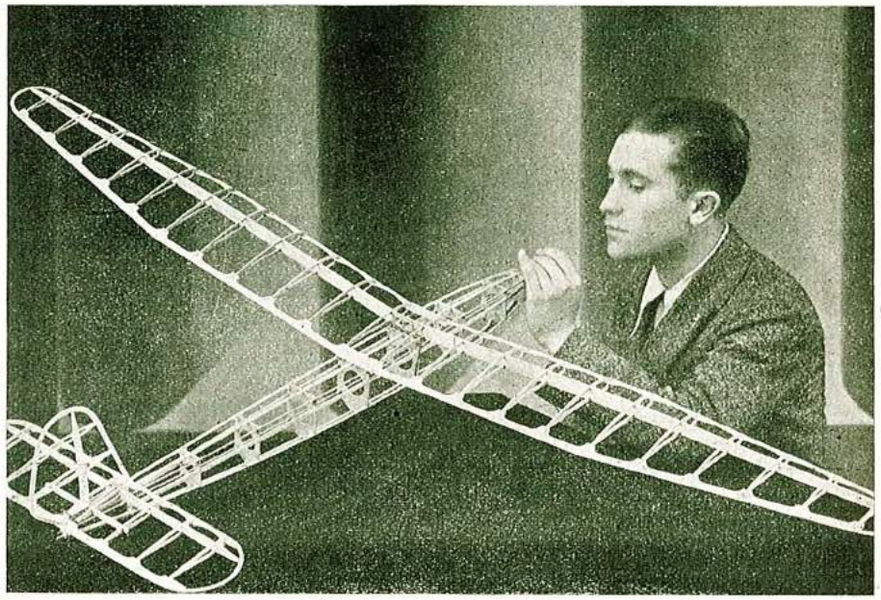
diedro è di due gradi. Tengasi presente che l'ala deve avere sempre un'incidenza maggiore del piano di coda: es. ala + 2°, piano di coda 0°).

E' sconsigliabile provare i modelli in una sala, o in qualsiasi recinto chiuso. Per le prove occorrerà recarsi in un luogo spazioso, possibilmente privo di alberi e di altri ostacoli.

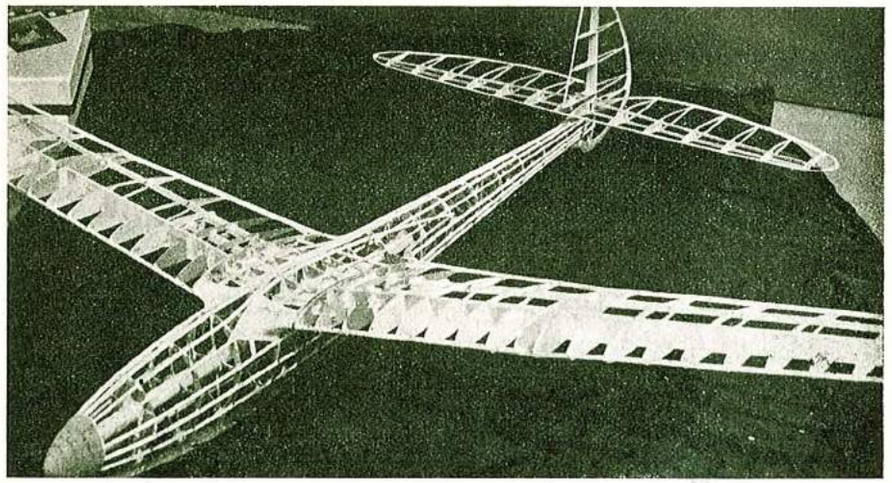
Scegliendo un momento di perfetta tranquillità atmosferica, si metterà il modello a terra, possibilmente su un tratto liscio e, senza che l'elica sia stata caricata, si alzerà la coda sino a porre l'aeromodello in linea di volo



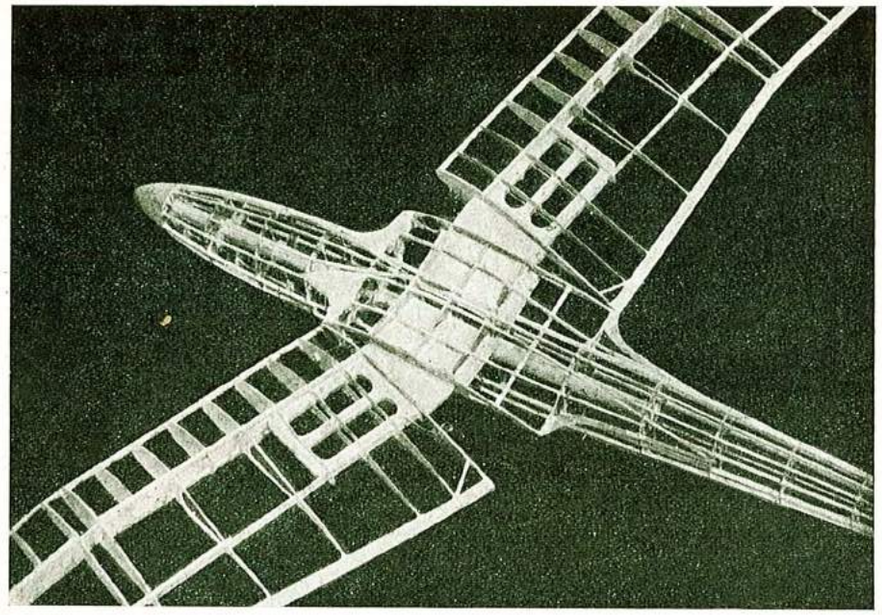
1) Le varie strutture di un veleggiatore. Notare l'attacco a baionette verticali. Notare che nei longheroni sono praticati incastri per alloggiarvi le centine: il sistema è cattivo, perchè così il longherone resta assai più debole di quanto dovrebbe essere in relazione alla sua sezione.



2) Le strutture sono state completamente montate. Il costruttore esamina ora se i piani di coda sono perfettamente a posto in relazione all'ala e all'asse longitudinale della fusoliera. Fatto ciò, egli incomincia la ricopertura.



1 - Scheletro di un modello veleggiatore. Notare il tubo sul quale sono montate le ordinate della fusoliera. E' un sistema assai raccomandabile, ma è bene che il tubo si prolunghi sino al bordo d'attacco degli impennaggi e, possibilmente, posteriormente ad esso. Conferisce alla fusoliera la massima rigidità torsionale. (Costruttore Giulio Dorio).



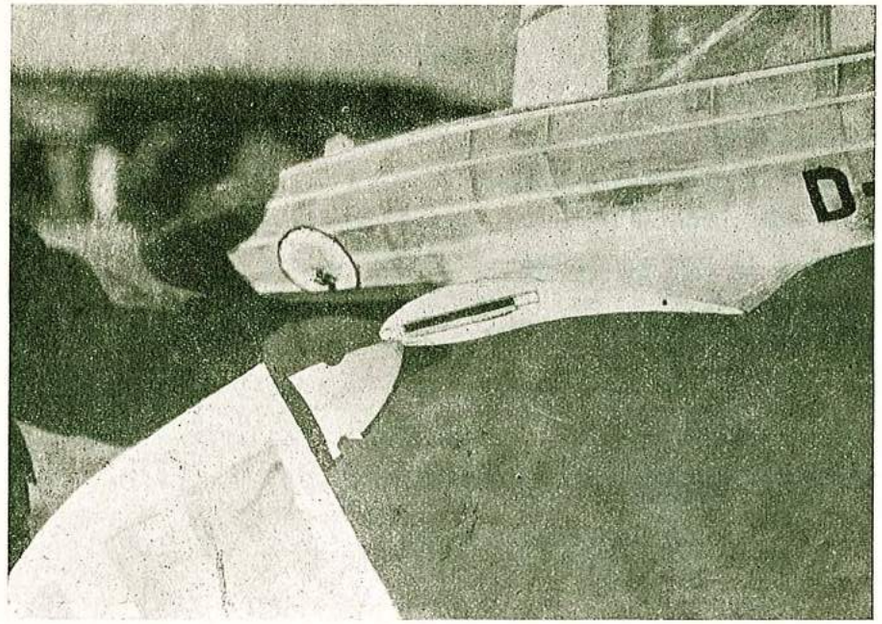
2 - L'ala di questo modello è montata con il sistema della baionette orizzontali, il cui còmpito è di permettere la rotazione dell'ala dall'indietro in avanti, e viceversa. Ciò è particolarmente utile in caso di forti urti contro ostacoli, riducendosi così qualsiasi sollecitazione dello scheletro dell'ala. L'attacco a baionetta è anche vantaggioso ai fini della facilità di trasporto di grandi modelli.

e gli si darà una leggera spinta. Il modello, dopo aver rullato per circa un paio di metri, dovrà alzarsi, descrivere un piccolo volo all'altezza di pochi centimetri, e atterrare dolcemente. Questa prova deve essere ripetuta alcune volte. Se il modello tende ad impennarsi, ossia ad alzarsi troppo, occorre aumentare la zavorra o spostare indietro l'ala. Se il modello non si alza nemmeno aumentando la spinta (attenzione che questa non deve mai essere violenta) occorre fare le correzioni in senso inverso. Un modello bene equilibrato, se lanciato a mano e senza carica da una altezza di poco più di un metro, dovrà eseguire un lungo volo librato. Da questa prova si potrà determinare la *finezza* del modello, che sarà tanto maggiore quanto più sarà stato lungo il volo librato.

La finezza è data dal rapporto L/H, indicando con H l'altezza, e con L la distanza che il modello percorre (vedi la fig. 163, pag. 278).

Le prove con carica è assolutamente necessario eseguirle in luoghi aperti. Le prime prove si faranno con lanci a mano e con carica limitata a pochi giri (100-150) dell'elastico. Durante le prove bisogna avere calma e pochissima fretta. Ad ogni lancio occorre osservare con la massima attenzione

1 - Un attacco alare a baionetta orizzontale distaccabile all'urto.



2 - Un altro tipo di attacco a baionetta orizzontale. Notare l'alloggio della fusoliera.

il comportamento dell'apparecchio in volo, per capirne i difetti, e studiare il modo di eliminarli. Nel lancio a mano non occorre dare una forte spinta: basta accompagnare un poco con la mano il modello.

Se il volo si svolge regolare, senza sbandamenti, e la discesa, a carica ultimata, sarà dolce con l'atterraggio sulle ruote e in linea di volo, si potrà considerare l'apparecchio già a punto e in grado di poter eseguire prove superiori, con il massimo cioè della carica ed anche con decollo da terra con i propri mezzi.

Invece, se l'apparecchio ha difficoltà a sostenersi, e tende a planare con leggera picchiata, vuol dire che l'elica non ha forza di trazione sufficiente: gira troppo adagio perchè l'elastico è poco, o perchè il passo dell'elica non è appropriato, o perchè il diametro è troppo grande.

Se l'apparecchio tende a cabrare, occorre inchinare verso il basso l'asse dell'elica.

Se l'apparecchio tende ad inclinarsi da una parte con tendenza, anche, a scivolare d'ala, vuol dire che si ha una diversa incidenza delle semiali

(*svergolatura*), oppure, molto più spesso, che l'elica provoca un momento di rotazione troppo grande. Se il difetto si manifesta già nel lancio a mano, nel volo librato, vuol dire che l'ala è svergolata; se il difetto si manifesta nel volo a motore mentre prima non era nemmeno leggermente accusato, vuol dire che esso dipende dalla coppia di rotazione dell'elica. E' spesso utile rimpicciolire il piano verticale. Nel primo caso si può correggere il difetto dell'ala; nel secondo caso occorre aumentare il diedro alare o la superficie laterale della fusoliera anteriormente al baricentro.

Si potrebbe elencare una lunga serie di difetti e di cause con relativi rimedi; ma è meglio lasciar che ogni aeromodellista si formi, a grado a grado, la propria esperienza, ad assicurarsi la quale basta la pazienza e la buona volontà.

PIANI DI MONTAGGIO E PROFILI ALARI

L'aeromodellista che desidera costruire con diligenza, deve essere provvisto di tutti gli attrezzi indispensabili, che gli permettano di lavorare bene, con facilità, e con esattezza.

Uno di questi attrezzi è il piano di montaggio degli scheletri delle ali, ed ognuno può costruirlo da sè, o provvedersene con poca spesa.

Tale piano, in legno di abete, è costituito da due piani inclinati, delle dimensioni, ad esempio, di m/m. 800 × 400, con inclinazione del 10 %. Le estremità esterne risulteranno quindi sopraelevate di m/m. 80. Tra i due piani inclinati va posto un piano orizzontale di m/m 400 × 400. L'insieme dei piani è fissato con delle viti ad una intelaiatura delle dimensioni di mm. 2100 × 400 (vedi fig. 164). E' meglio che il piano sia ad inclinazione variabile.

Su un piano così preparato si possono costruire scheletri d'ala di qualunque forma e dimensione, fino ad un'apertura alare di metri 2, con una parte centrale piana e le parti laterali rialzate.

Per ottenere una parte centrale minore o maggiore di m/m 400 occorrerà costruire un altro piano centrale, delle dimensioni che si desiderano, per sostituirlo a quello esistente, spostando, naturalmente, i piani laterali.

Per costruire ali di aeromodelli a tubo unico e semplice, basterà togliere la parte centrale e spostare le parti laterali, avvicinandole come nella figura 165, lasciando fra i due piani uno spazio sufficiente per l'unione delle due semiali.

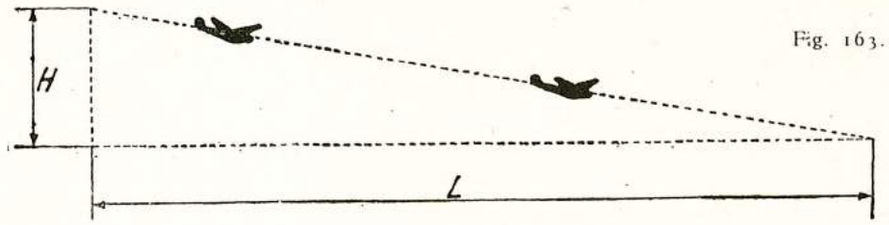


Fig. 163.

I piani di montaggio separati dall'intelaiatura possono servire per la costruzione di mezze ali, piani di coda e timoni.

Questo attrezzo deve essere fatto con legno bene stagionato e deve essere costruito con esattezza, affinchè non dia false svergolature ai pezzi che vi si costruiscono sopra. Per poter ottenere l'identità assoluta delle parti del modello, è necessario che i piani di montaggio siano simmetrici. Poichè gli agenti atmosferici possono produrre delle incurvature del legno, anche il più stagionato, è bene tenere sempre i piani di montaggio in luoghi asciutti e, possibilmente, in posizione verticale.

Per la buona conservazione è opportuno evitare, per quanto possibile, di sporcarli di colla durante il montaggio delle ali o dei piani di coda. La

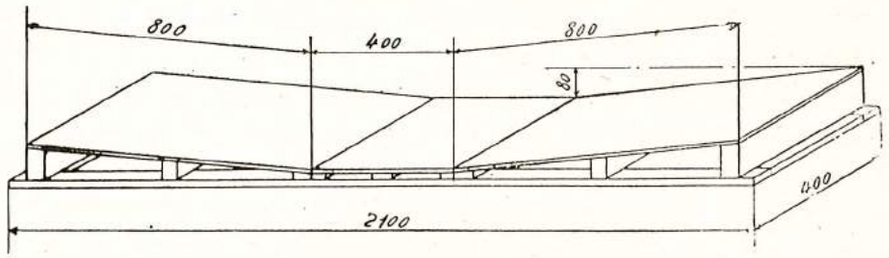


Fig. 164.

goccia di colla, asciugandosi, forma degli spessori che potrebbero essere causa di false posizioni dei pezzi durante i montaggi seguenti. In tal modo si eviterà di dovere spianare nuovamente i piani, il che li ridurrebbe, a lungo andare, troppo sottili.

Sul piano di montaggio, infine, si possono mantenere in forma, appog-

giandovele, con sopra alcuni pesi, le ali del modello quando questo non è usato.

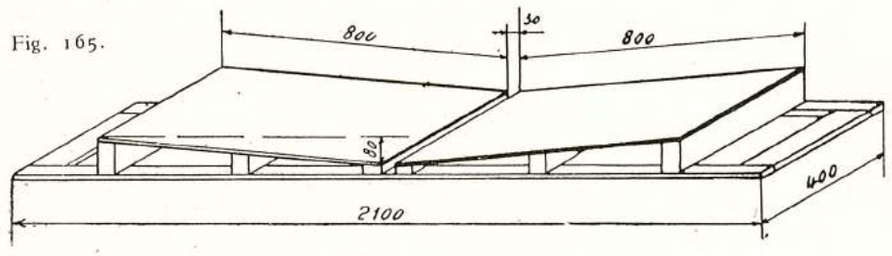
Piani di dimensioni maggiori di quelle indicate nelle figure saranno necessari al montaggio dei grandi aeromodelli veleggiatori.

In questo caso, però, essendo le ali generalmente divise in due o più pezzi, un banco (o tavola) piano sarà sufficiente al montaggio di ogni parte di ala, mentre l'unione esatta delle varie parti resta assicurata dalla esattezza con cui vanno costruite.

Per le baionette, gli innesti ecc., è necessario, più che utile, provvedere ad un montaggio completo dell'aeromodello *prima* della copertura, onde verificare che i varî pezzi siano eseguiti a regola d'arte quando ancora si è in tempo ad effettuare piccole modifiche o sostituzioni.

Diamo i disegni, con relative tabelle delle quote del dorso e del ventre, di alcuni profili che si sono dimostrati più adatti per i modelli volanti.

Fig. 165.



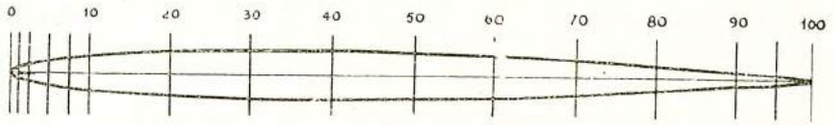
Per qualche profilo è indicata la posizione del centro di pressione corrispondente all'incidenza di 0°. Questo elemento può essere utile per la determinazione approssimativa della posizione dell'ala, e per il centramento. Occorre tuttavia ricordare, come si è detto nel capitolo « Un po' di aerodinamica », che la posizione del centro di pressione subisce degli spostamenti secondo le variazioni dell'incidenza. Ne segue che per ogni incidenza occorre variare il centramento. In pratica, per il centraggio preliminare si suppone che il centro di pressione dell'ala si trovi al 33% della sua corda a partire dal bordo di attacco.

I profili biconvessi simmetrici servono, si può dire esclusivamente, per i piani di coda, sia orizzontali che verticali. Con piccola incidenza possono servire per apparecchi destinati ad alte velocità.

I profili sottili servono per apparecchi veloci, quelli più spessi per apparecchi lenti. Si può dire che lo spessore del profilo è inversamente proporzionale alla velocità che si vuole ottenere.

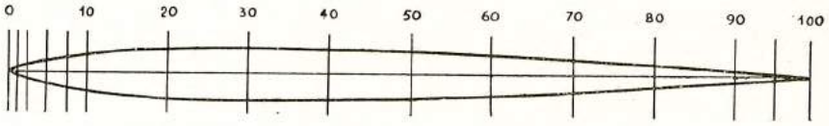
I profili piano-convessi sono adatti per apparecchi a motore di piccolo carico alare, mentre quelli concavo-convessi, specialmente con forte concavità del ventre, sono indicati per i veleggiatori.

Per quanto riguarda la stabilità del profilo, l'aeromodellista deve considerare, nella scelta, che i più stabili sono i biconvessi, che tuttavia non sono utilizzabili per l'ala, salvo casi particolarissimi, come è stato detto. Passando ai profili piano-convessi ed a quelli concavo-convessi aumenta l'instabilità, la tendenza cioè ad aumentare le variazioni d'incidenza, tanto più quanto maggiore è la concavità del ventre. Adottando tali profili è necessario, quindi, porre il piano di coda orizzontale quanto più lontano possibile dall'ala e dare a detto impennaggio la massima superficie consentita.



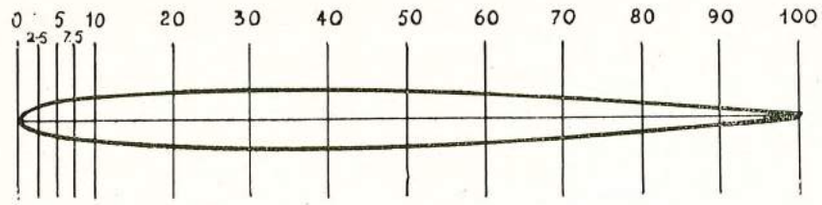
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	0.62	0.94	1.43	1.80	2.11	2.82	3.00	2.87	2.56	2.15	1.70	1.22	0.68	0.39	0
y_i	0	-0.62	-0.94	-1.43	-1.80	-2.11	-2.82	-3.00	-2.87	-2.56	-2.15	-1.70	-1.22	-0.68	-0.39	0

NACA 0006 T



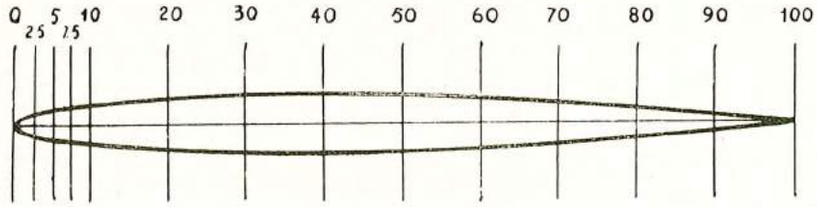
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	0.947	1.307	1.777	2.100	2.341	2.869	3 .	2.902	2.647	2.482	1.832	1.312	0.724	0.403	0
y_i	0	-0.947	-1.307	-1.777	-2.100	-2.341	-2.869	-3 .	-2.902	-2.647	-2.482	-1.832	-1.312	-0.724	-0.403	0

NACA 0006



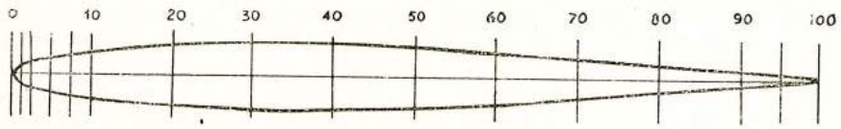
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	0.00	1.37	1.76	2.10	2.31	3.13	3.50	3.41	3.20	2.83	2.33	1.76	1.09	0.00
y_i	0.00	-1.37	-1.76	-2.10	-2.31	-3.13	-3.50	-3.41	-3.20	-2.83	-2.33	-1.76	-1.09	0.00

SAINT CYR 58



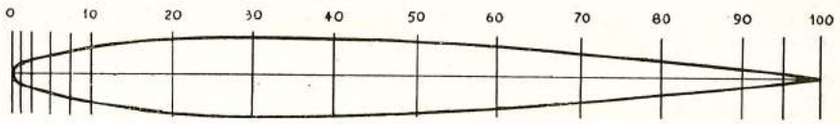
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	0.00	1.27	1.84	2.24	2.61	3.32	3.62	4.02	3.45	3.15	2.45	1.84	1.00	0.00
y_i	0.00	-1.27	-1.84	-2.24	-2.61	-3.32	-3.62	-4.02	-3.45	-3.15	-2.45	-1.84	-1.00	0.00

EIFFEL 338



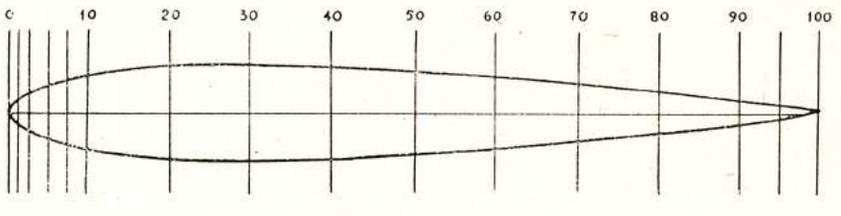
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0.00	1.30	1.74	2.33	2.74	3.05	3.78	4.03	4.00	3.74	3.30	2.71	1.99	1.15	0.69	0.20
y_i	0.00	-1.30	-1.74	-2.33	-2.74	-3.05	-3.78	-4.03	4.00	-3.74	-3.30	-2.71	-1.99	-1.15	-0.69	-0.20

NACA M 2



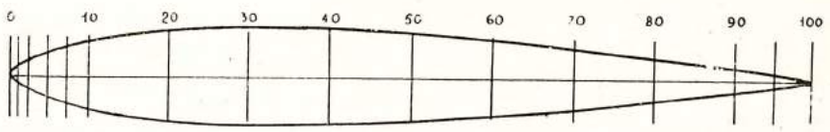
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	1.42	1.96	2.66	3.15	3.51	4.30	4.50	4.35	3.97	3.42	2.74	1.98	1.08	0.60	0
y_i	0	-1.42	-1.96	-2.66	-3.15	-3.51	-4.30	-4.50	-4.35	-3.97	-3.42	-2.74	-1.98	-1.08	-0.60	0

NACA 0009



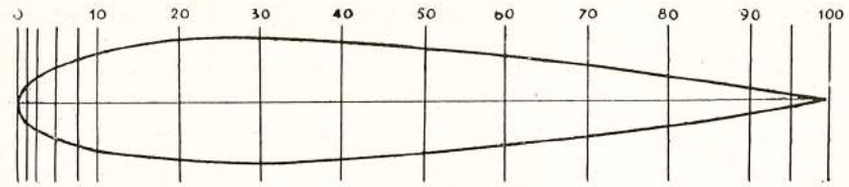
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	1.86	2.51	3.39	4.00	4.47	5.57	5.95	5.89	5.50	4.85	3.96	2.88	1.62	0.93	0.20
y_i	0	-1.86	-2.51	-3.39	-4.00	-4.47	-5.57	-5.95	-5.89	-5.50	-4.85	-3.96	-2.88	-1.62	-0.93	-0.20

NACA M3



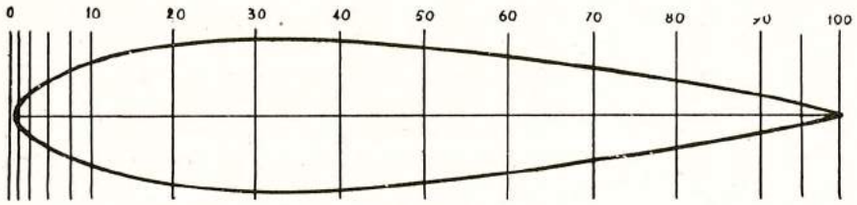
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	1.25	1.88	2.86	3.61	4.21	5.64	6.00	5.75	5.11	4.29	3.39	2.43	1.37	0.78	0
y_i	0	-1.25	-1.88	-2.86	-3.61	-4.21	-5.64	-6.00	-5.75	-5.11	-4.29	-3.39	-2.43	-1.37	-0.78	0

NACA 0012 T



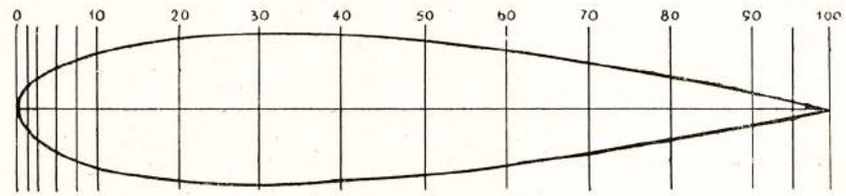
x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	2,367	3,268	4,443	5,250	5,853	7,172	7,502	7,254	6,618	5,704	4,580	3,279	1,810	1,008	0
y_i	0	-2,367	-3,268	-4,443	-5,250	-5,853	-7,172	-7,502	-7,254	-6,618	-5,704	-4,580	-3,279	-1,810	-1,008	0

NACA 0015



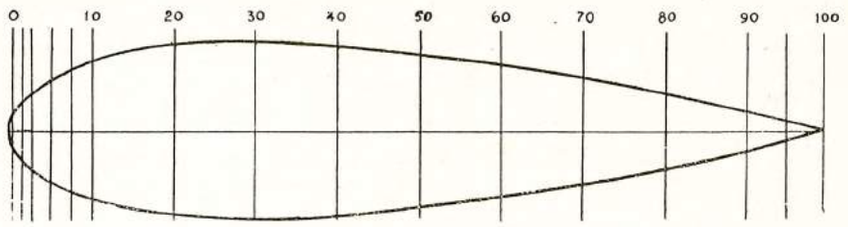
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	1.87	2.83	4.28	5.41	6.32	8.46	9.00	8.62	7.67	6.44	5.09	3.65	2.05	1.17	0
y_i	0	-1.87	-2.83	-4.28	-5.41	-6.32	-8.46	-9.00	-8.62	-7.67	-6.44	-5.09	-3.65	-2.05	-1.17	0

NACA 0018T



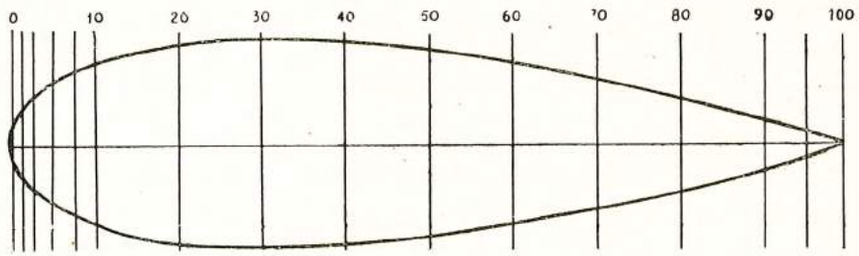
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	2,841	3,922	5,332	6,300	7,024	8,606	9,003	8,705	7,941	6,845	5,496	3,935	2,172	1,210	0
y_i	0	-2,841	-3,922	-5,332	-6,300	-7,024	-8,606	-9,003	-8,705	-7,941	-6,845	-5,496	-3,935	-2,172	-1,210	0

NACA 0018



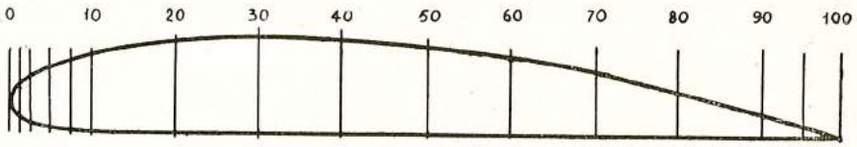
x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y	0	3,314	4,576	6,221	7,350	8,195	10,041	10,503	10,155	9,265	7,986	6,412	4,590	2,533	1,612	0
y_i	0	-3,314	-4,576	-6,221	-7,350	-8,195	-10,041	-10,503	-10,155	-9,265	-7,986	-6,412	-4,590	-2,533	-1,612	0

NACA 0021



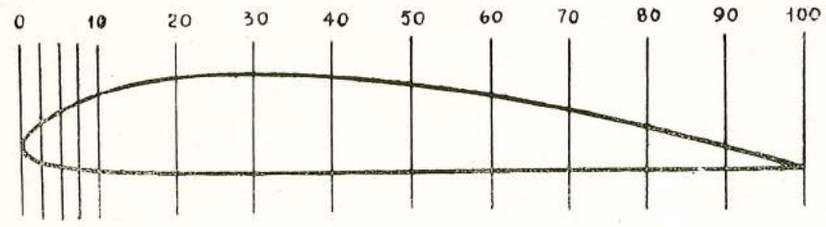
x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	3,946	5,447	7,406	8,750	9,756	11,953	12,504	12,090	11,029	9,507	7,633	5,465	3,016	1,680	0
y_i	0	-3,946	-5,447	-7,406	-8,750	-9,756	-11,953	-12,504	-12,090	-11,029	-9,507	-7,633	-5,465	-3,016	-1,680	0

NACA 0025



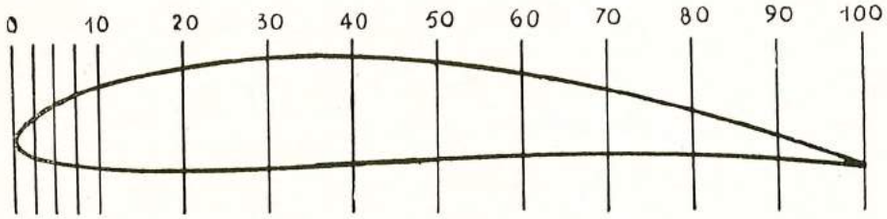
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	3.60	5.38	6.43	7.83	8.79	9.56	11.32	11.68	11.37	10.49	9.13	7.34	5.21	2.79	1.50	0.12
y_i	3.60	1.86	1.42	0.91	0.59	0.39	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CLARK_Y



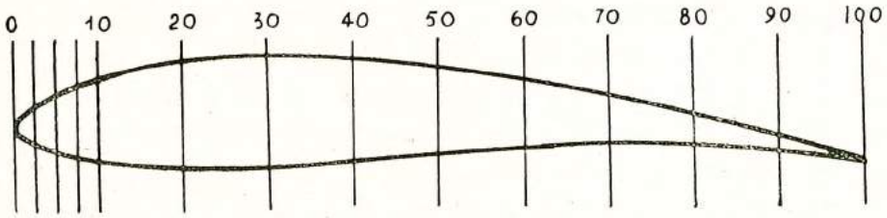
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	4	6.66	7.95	8.92	9.68	11.28	11.70	11.40	10.51	9.15	7.35	5.22	2.80	0.12
y_i	4	1.48	1.14	0.88	0.50	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CLARK. X



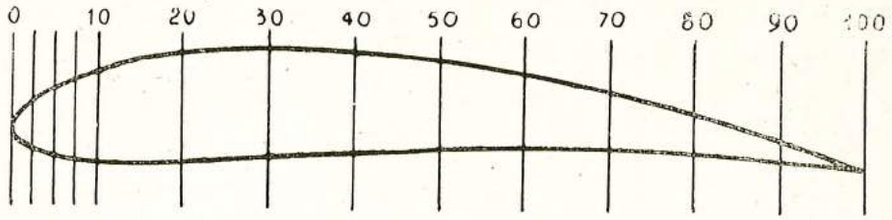
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	3.42	5.56	6.52	7.84	8.83	9.72	11.92	12.98	13.10	12.46	11.06	9.10	6.56	3.60	0.12
y_i	3.42	1.96	1.50	0.88	0.50	0.30	0.00	0.30	0.70	1.10	1.46	1.60	1.46	0.92	0.00

Raf. 32



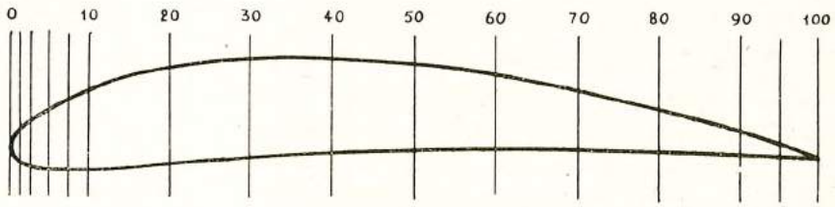
x	0	1.5	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	4.80	6.63	7.48	8.77	9.79	10.50	12.50	13.10	12.60	11.60	9.90	8.00	5.80	3.10	0.00
y_i	4.80	3.39	2.85	2.03	1.41	1.00	0.10	0.10	0.60	1.30	2.00	2.40	2.20	1.80	0.00

Eiffel. 400



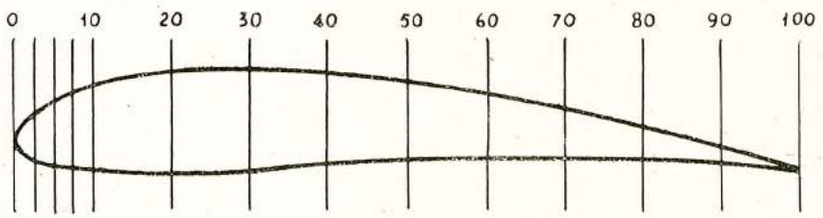
x	0	1.5	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	3.70	6.15	7.25	8.70	9.75	10.60	12.65	13.40	13.10	12.25	10.70	8.65	6.10	3.20	0.00
y_i	3.70	2.10	1.45	0.75	0.35	0.15	0.10	0.70	1.45	2.10	2.40	2.35	2	1.25	0.00

Gottinga 497



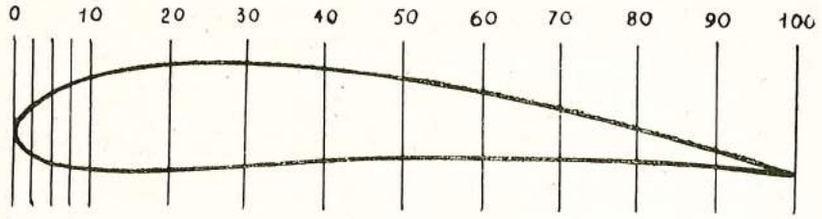
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	2.73	3.80	5.36	6.57	7.58	10.34	11.65	11.80	11.16	9.95	8.23	6.03	3.33	1.79	0
y_i	0	-1.23	-1.64	-1.99	-2.05	-1.99	-1.25	-.038	+.020	0.55	0.78	0.85	0.73	0.39	0.16	0

NACA 6412



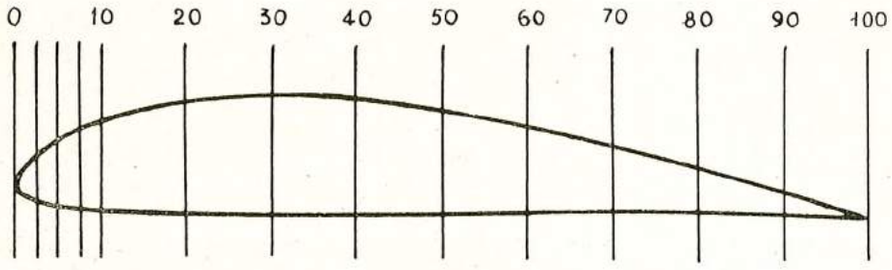
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	3.5	7 -	8.5	9.5	10.5	12.75	13.25	12.7	11.5	9.75	7.8	5.75	3.12	0.7
y_i	3.5	1.5	1 -	0.6	0.4	0.00	0.3	1 -	1.5	1.75	1.8	1.6	0.8	0.00

S L . 1



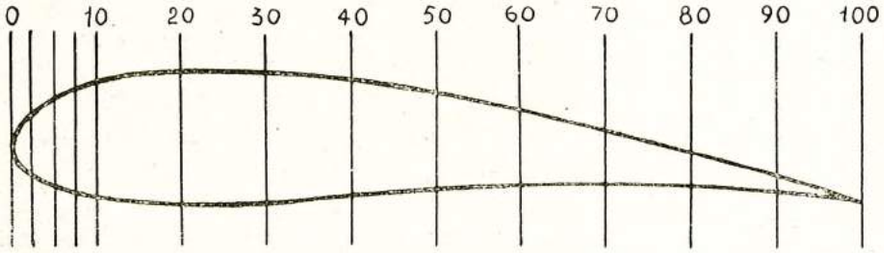
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	5	8	9.33	10.35	11.20	13.13	13.45	13	11.80	10	8	5.66	3	0.00
y_i	5	2.13	1.33	0.66	0.47	0.27	0.80	1.47	1.67	1.67	1.53	1.20	0.66	0.00

EIFFEL 385



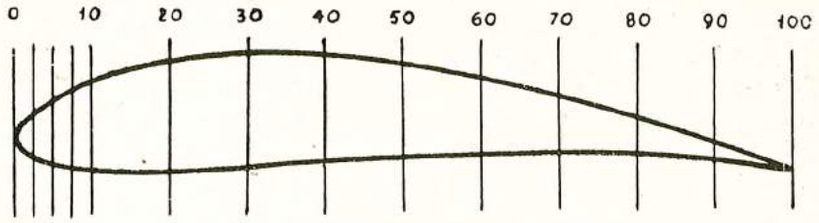
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	3.45	6.8	8.45	9.65	10.7	13.2	13.85	13.4	12.05	10.05	7.9	5.35	2.7	1.4	0.00
y_i	3.45	1.6	1.1	0.75	0.55	0.05	0.00	0.1	0.3	0.55	0.65	0.55	0.3	0.15	0.00

Gottinga 549



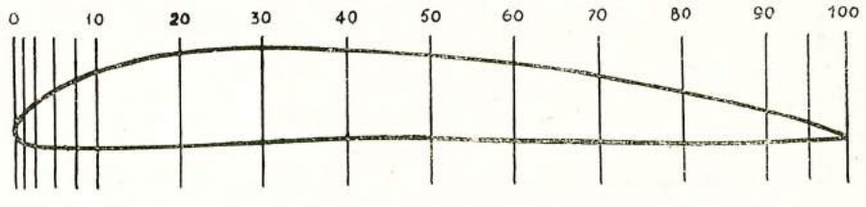
x	0	1	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	6.88	9.24	12.1	13.82	14.80	15.25	15.52	15.40	14.60	13	10.8	8.4	5.6	2.8	0
y_i	6.88	4.30	2	0.86	0.22	0.04	0.05	0.24	0.85	1.5	2	2.3	2.10	1.4	0

C. 1



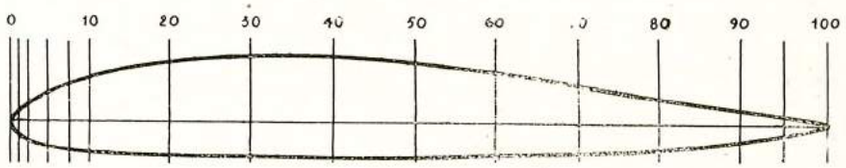
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	4.60	8.05	9.50	10.75	11.60	14.05	15.-	14.75	13.55	11.65	9.15	6.40	3.40	0.00
y_i	4.60	2.00	1.15	0.75	0.45	0.00	0.25	0.90	1.65	2.20	2.30	1.90	1.15	0.00

GOTTINGA 567



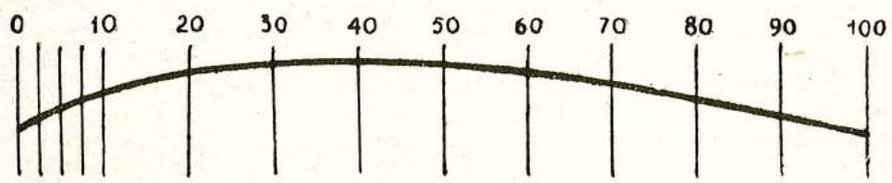
x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	1.77	3.80	5.07	6.94	8.22	9.19	11.37	11.97	11.68	10.86	9.54	8.08	6.10	3.69	2.25	0.67
y_i	1.77	0.50	0.36	0.19	0.10	0.02	0.36	0.93	1.14	0.75	0.28	0.06	0.01	0.12	0.33	0.65

U.S.A 27



x	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y_s	0	1.97	2.81	4.03	4.94	5.71	7.55	8.22	8.05	7.58	6.03	4.53	3.06	1.55	0.88	0.26
y_i	0	-1.76	-2.20	-2.73	-3.03	-3.24	-3.62	-3.79	-3.90	-3.94	-3.82	-3.49	-2.83	-1.77	-1.03	-0.26

NACA M 6



x	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y	0	2.35	4.40	6.70	7.80	8.30	7.90	6.90	5.60	3.90	2.00	0

Mc Bride per modelli da sala

PICCOLO DIZIONARIO

AERODINAMICA — La scienza che studia le forze che agiscono sui corpi in movimento nell'aria.

AEROMOBILE — Macchina aerea di qualsiasi tipo.

ALA — L'intera superfice portante disposta sul medesimo piano orizzontale.

ALA A FRECCIA — Ala che ha le estremità dietro la parte centrale. Questa disposizione conferisce all'aeroplano stabilità di rotta, o di direzione.

ALA ALTA (velivolo ad —) — Monoplano nel quale la fusoliera è applicata sotto l'ala o fa corpo con essa senza sporgere superiormente.

ALA A SBALZO — Ala di monoplano, o di biplano, nella quale lo sforzo è sopportato esclusivamente dai longheroni, senza collegamenti esterni (saettoni o montanti, v. *montante*) con le rimanenti parti dell'apparecchio.

ALA A SEMISBALZO — Ala di monoplano, o di biplano, nella quale lo sforzo è ripartito fra i longheroni ed i montanti, o i saettoni.

ALA BASSA (velivolo ad —) — Monoplano in cui la fusoliera è applicata sopra l'ala o fa corpo con essa senza sporgere inferiormente.

ALBERO MOTORE (o albero a gomiti) — E' uno degli organi del motore che serve a trasformare il moto alterno dei pistoni in moto rotativo. Esso può avere svariate forme, a seconda del tipo di motore.

ALETTONE — Porzione di piano alare ricavato presso le estremità e manovrabile per regolare l'assetto laterale dell'apparecchio. (Vedi *svergolamento*).

ALIANTE — Termine generico per indicare gli apparecchi per il volo senza motore.

ALTIGRAFO — (Vedi *barografo*).

ASSALE — Asse terminale coi perni su cui s'innestano le ruote del velivolo.

ASSETTO — Posizione dell'aeroplano rispetto alla linea percorsa dal centro di gravità. Con *assetto di regime* si intende quello con il quale il volo è rettilineo e orizzontale.

BAROGRAFO — Strumento che misura e registra la pressione atmosferica. Se esso segna una cartina graduata altimetricamente, si chiama più propriamente altigrafo.

BAROGRAMMA — Diagramma tracciato dal barografo.

BASAMENTO (*di un motore*) — Il basamento, o *carter*, racchiude l'albero a gomiti e parte degli organi del motore. Ad esso sono applicati, esternamente, i cilindri e le rimanenti parti, e gli attacchi per il castello motore.

BILANCIA AERODINAMICA — Speciale bilancia che serve a misurare le forze aerodinamiche e i loro momenti su modelli o parti di aeromobili, sottoposti a prove nelle gallerie del vento.

BECCO DELL'ALA — Parte anteriore dell'ala avanti al primo longherone.

BORDO D'ATTACCO — Bordo anteriore dell'ala nel senso del moto. Teoricamente è la linea che unisce le estremità anteriori del profilo alare.

BORDO D'ENTRATA — (Vedi *bordo d'attacco*).

BORDO DI USCITA — Bordo posteriore dell'ala nel senso del moto. Teoricamente è la linea che unisce le estremità anteriori del profilo alare.

CABRATA — Gallicismo (da *cabrer*) per indicare la rotazione verso l'alto di un aeromobile intorno al suo asse trasversale. (Vedi *impennata*).

CANARD — Tipo di aeroplano caratterizzato dall'impennaggio posto anteriormente all'ala principale. Con lo stesso nome si distinguono gli aeromodelli che hanno gli impennaggi posti anteriormente all'ala.

CAPOTTARE — Locuzione oramai di uso comune, che indica l'arrovesciarsi in avanti dell'aeroplano sul terreno, durante il decollo o l'atterraggio.

CARATTERISTICHE (*di un aeromobile*) — Cifre indicanti la velocità massima, la velocità minima di crociera, la quota di tangenza, i tempi di salita, l'autonomia di distanza e di durata, il carico utile, il fattore di robustezza, ecc. (*di un'ala, o di un profilo*): i coefficienti indicanti la portanza, la resistenza ed il momento (v.) in rapporto all'angolo di attacco.

CARICO ALARE — Rapporto fra il peso complessivo dell'apparecchio e la sua superfice portante.

CARTER — (*Vedi basamento*).

CASTELLO MOTORE — Armatura che sostiene il motore.

CELLULA — Il complesso alare di un aeroplano, sia monoplano che multiplano (cellula monoplana, biplana, multiplana).

CENTINA (*dell'ala*) — Elemento della struttura interna dell'ala nel senso della sua profondità che determina ed assicura la forma del profilo alare e trasmette le azioni aerodinamiche dal rivestimento ai longheroni.

CENTRAMENTO — Le operazioni sia di calcolo che pratiche, che servono a determinare le condizioni nelle quali l'aeroplano è in equilibrio, sopratutto in senso longitudinale, secondo l'assetto.

COMPENSATO (*legno*) — Legname composto da vari fogli sottili di legno sovrapposti alternamente a fibre incrociate.

DECOLLO — La manovra per la quale un aeromobile (o un aeromodello) in partenza si stacca dal suolo o dall'acqua. Dicesi anche *distacco*. Decollo, nel gergo aeronautico, si-

gnifica anche il *primo volo* senza istruttore a bordo, volo che gli allievi piloti effettuano dopo le lezioni a doppio comando.

DIEDRO — L'angolo formato dalle semi-ali fra loro, o dal piano alare con il piano degli impennaggi orizzontali. Il primo conferisce stabilità laterale. (Vedi *V trasversale*), il secondo conferisce stabilità longitudinale.

DORSO — La parte dell'apparecchio, e più particolarmente dell'ala, rivolta verso l'alto e come tale opposta al suo ventre. (Vedi *superficie dorsale*).

EFFICIENZA AERODINAMICA — Rapporto tra la portanza e la resistenza di un corpo in moto in un fluido.

ELICA — Organo di propulsione costituito da due o più braccia dette *pale* contrapposte su di un asse comune, uguali, equidistanti ed equilibrate fra di loro e foggiate a superficie elicoidale di modo che, ruotando, penetra nell'aria e avanza come una vite.

ELICA DESTRORSA — Elica la cui rotazione, per chi la guardi dal lato del motore, è nel senso della lancetta dell'orologio.

ELICA PROPULSIVA — Elica che, nel suo normale funzionamento, genera una spinta diretta verso il motore sul cui albero è montata.

ELICA SINISTRORSA — Il contrario di *destrorsa*. (Vedi *elica destrorsa*).

ELICA TRATTIVA — Elica che, nel suo normale funzionamento, genera una spinta diretta dalla parte opposta a quella del motore sul cui albero è montata.

GALLERIA DEL VENTO — Le gallerie aerodinamiche (dette anche *tunnels aerodinamici*, o *camere del vento*) si basano sul principio della relatività e sulla legge delle similitudini delle azioni aerodinamiche. Costituiscono un preziosissimo mezzo d'indagine al quale essenzialmente sono dovuti gli sviluppi teorico-sperimentali e pratici dell'aviazione. Sono tubi nei quali un ventilatore provoca una corrente d'aria cui si espone il corpo in esame (modellini o parti di aeroplani) sostenuto da speciali apparecchi di misura (bilance aerodinamiche), che consentono il calcolo delle forze e dei momenti provocate dal modello in esperimento.

GRIPPARE — Termine tecnico derivato dal francese e che esprime il fatto che in un motore due superfici a contatto si vengono a bloccare per difetto di lubrificazione od altra causa (eccessivo calore, ecc.) in modo da impedire, o compromettere, il funzionamento del motore. Si sentirà, quindi, parlare di *grippaggio* di pistoni, di cuscinetti, di piedi di biella, di valvole, ecc., intendendosi con ciò che l'organo indicato ha perso la normale scorrevolezza e presenta una notevole resistenza al funzionamento, se pure non si è bloccato del tutto.

IMPENNATA — Inclinazione verso l'alto dell'apparecchio. Per impennata si intende più specialmente, un repentino balzo verso l'alto eseguito *impennando* fortemente l'apparecchio. (Vedi *cabrata*).

LIBRATORE — Aeroplano senza motore, capace di eseguire soltanto il volo librato.

H.P. — Unità di misura della *potenza*. In italiano *cavallo-vapore* (C.V.) La sigla HP proviene dal nome inglese: *horse-power*, potenza di un cavallo, poichè per la misura della potenza fu preso in origine, per le macchine a vapore, quella sviluppata da un cavallo, paragonando il lavoro compiuto da questo e da quella. Meccanicamente corrisponde alla potenza di 75 chilogrammi-metri al secondo, cioè alla potenza capace di sollevare, in un minuto-secondo, 75 chilogrammi all'altezza di 1 metro

MOMENTO (*di una forza*) — Si dice *momento di una forza* applicata ad un sistema ruotante il prodotto della forza stessa per la distanza dal centro di rotazione. (Se la forza è misurata in chilogrammi e la distanza in metri il *momento* si esprime in chilogrammetri).

MONTANTE — Asta rigida che nei biplani è disposta fra le ali e serve come sostegno od appoggio per il loro collegamento.

MOTOALIANTE — Aliante munito di motore ausiliario di piccola potenza.

OSSATURA — Lo stesso che *scheletro* (v.).

PALA DELL'ELICA — Ognuna delle braccia dell'elica (vedi *elica*) o, più propriamente, la loro parte di forma elicoidale, che effettivamente serve alla propulsione.

PASSO — Caratteristica meccanica delle viti e delle eliche rappresentata dall'avanzamento effettivo (per le viti) o virtuale (per le eliche) ottenuto con un giro completo. (Vedi *elica*).

PASSO VARIABILE (*elica a —*) — Elica della quale è possibile variare il passo variando il calettamento delle pale rispetto al mozzo.

PASSO VARIABILE IN VOLO (*elica a —*) — Elica a passo variabile mediante opportuni meccanismi a disposizione del pilota durante il volo.

PASSO VARIO (*elica a —*) — Elica nella quale le sezioni delle pale hanno passo geometrico diverso.

PATTINO — Parte accessoria del carrello di certi apparecchi che ha forma di pattino ricurvo verso l'alto. Serve a facilitare la presa di contatto col suolo ed è costruito con materiale atto a consentire una certa flessione agli urti. Gli aeroplani moderni per lo più non portano pattini se non quando sono attrezzati per partire ed atterrare sulla neve.

PATTINO DI CODA — Organo elastico dell'aeroplano, destinato a impedire che la coda tocchi terra e a smorzare la forza d'urto nell'atterraggio.

PATTINO DI CODA A CUCCHIAIO — Pattino di coda terminante con un rigonfiamento a forma di cucchiaio.

PATTINO DI CODA ORIENTABILE — Pattino di coda girevole intorno ad un asse verticale.

PENETRAZIONE — Attitudine di un corpo aereo dinamico, o di un velivolo, ad incontrare poca resistenza nel fendere l'aria (es. *buona* o *cattiva penetrazione*).

PLANEUR — (Vedi *libratore*).

POPPA — Parte posteriore di uno scafo.

PORTANZA — Misura della forza diretta verticalmente verso l'alto, che si sviluppa sull'ala per effetto della velocità. Per *portanza dell'apparecchio* si intende la sua capacità di carico.

PRESA DIRETTA — L'elica è in *presa diretta* quando è montata direttamente sull'albero motore senza l'interposizione del demoltiplicatore.

PROFILATO — Barra, di legno o di metallo, la cui sezione trasversale è sagomata in modo da opporre la minima resistenza all'aria.

QUOTA — Altezza di un punto riferita al livello del mare. Così *alta quota* significa grande altezza.

RENDIMENTO (*meccanico*, od *organico*, del motore) — Rapporto fra la potenza sviluppata e la potenza indicata.

RESISTENZA (o *resistenza all'avanzamento*) — E' quella che oppone l'aria all'avanzarsi di un corpo, causa l'inerzia delle molecole che compongono il fluido atmosferico.

RULLARE — Il correre dell'apparecchio sul terreno per prendere lo slancio e per atterrare, o, comunque, il suo spostarsi a terra, quando questo avvenga con mezzi propri. Rullare è anche l'esercitazione dell'allievo pilota che corre sul campo con l'apparecchio per imparare a dirigerlo.

SCHELETRO — Ossatura degli aeroplani, sulla quale viene applicato il rivestimento.

STABILITA' (*di un velivolo*) — Qualità per la quale un velivolo, perturbato nel suo moto da azioni esterne, ritorna nell'assetto prescelto, indipendentemente dalle manovre del pilota.

STABILITA' AUTOMATICA — Stabilità dipendente da congegni automatici.

STRUTTURA — Per struttura di un velivolo si intende ogni parte che contribuisca alla sua solidità. Vi sono varii tipi di strutture. La più usata è quella mista legno, acciaio, alluminio, ecc. (Vedi *ossatura*).

SUPERFICIE PORTANTE — La superficie cui viene riferita la portanza di un velivolo.

SVERGOLAMENTO — Manovra con la quale si inclina o si raddrizza lateralmente l'apparecchio. Si ottiene lo *svergolamento* variando in senso reciprocamente inverso l'incidenza degli alettoni.

TERMICO — (Vedi *volo termico*).

TIRANTE — Elemento della struttura dell'aeroplano, destinato a sopportare sforzi di trazione. Generalmente è costituito da filo, o barra d'acciaio.

TUNNEL AERODINAMICO — (Vedi *galleria del vento*).

VELATURA — Il complesso di tutti i piani dell'apparecchio che si trovano esposti alla corrente.

VELEGGIATORE — Aliante che per la sua finezza ed altre caratteristiche è atto ad eseguire il volo senza motore.

VENTRE — La parte dell'aeromobile che è rivolta verso terra, quando l'apparecchio si trova in posizione normale.

VERRICELLO — Strumento destinato al lancio degli alianti. Generalmente consta di un cilindro applicato sul telaio di un'automobile e mosso dal motore di questa. Sul cilindro viene avvolto il cavo, all'estremità del quale è agganciato il velivolo.

VOLANO — Parte del motore che serve a sorpassare i punti morti nel moto rotatorio dell'albero motore, e a equilibrare le differenze di velocità durante il ciclo (massima nella fase di scoppio, minima nella fase di compressione), rendendo il movimento rotatorio del motore più uniforme.

VOLO A VELA — Il volo eseguito da particolari apparecchi (veleggiatori) sprovvisti del gruppo-propulsore, e realizzato con lo sfruttamento delle correnti ascendenti e di tutte le condizioni atmosferiche favorevoli.

VOLO MUSCOLARE — Volo effettuato per mezzo delle sole forze dell'uomo.

VOLO TERMICO — Volo eseguito sfruttando le correnti ascendenti termiche.

VOLO UMANO — Locuzione equivalente a volo muscolare. (Vedi *volo muscolare*).

V TRASVERSALE — L'angolo formato dalle due semi-ali, nella vista di fronte. Aumenta, particolarmente negli aeromodelli, l'equilibrio trasversale dell'apparecchio.

INDICE DEI CAPITOLI

Premessa alla terza edizione	*Pag.*	5
Prefazione	»	11
Un po' di aerodinamica	»	17
Attrezzi e materiali	»	29
Come si lavora	»	45
Il progetto	»	53
Costruzione dell'ala	»	59
Costruzione della fusoliera	»	91
Gli impennaggi	»	103
Ricopertura	»	113
L'elica	»	123
Il carrello e il pattino di coda	»	149
Galleggianti e scafi	»	163
Il motore ad elastico	»	175
Il motore ad aria compressa	»	187
Il motore a scoppio	»	205
Aeromodelli da sala	»	245
Montaggio e prime prove	»	255
Piani di montaggio e profili alari	»	275
Piccolo dizionario	»	291
Indice dei profili	»	299

INDICE DEI PROFILI

NACA 0006 T	*Pag.*	280
NACA 0006	»	280
SAINT CYR 58	»	281
EIFFEL 338	»	281
NACA M. 2	»	281
NACA 0009	»	282
NACA M. 3	»	282
NACA 0012 T	»	282
NACA 0015	»	283
NACA 0018 T	»	283
NACA 0018	»	283
NACA 0021	»	284
NACA 0025	»	284
CLARK Y	»	284
CLARK X	»	285
RAF. 32	»	285
EIFFEL 400	»	285
GOTTINGA 497	»	286
NACA 6412	»	286
S. L. 1	»	286
EIFFEL 385	»	287
GOTTINGA 549	»	287
C. 1	»	287
GOTTINGA 567	»	288
U. S. A. 27	»	288
NACA M. 6	»	288
MC BRIDGE per modelli da sala	»	289

LE TAVOLE
DEL COSTRUTTORE DI AEROMODELLI

Della I e II serie di tavole costruttive edite dall' Ufficio Editoriale Aeronautico sono ancora in vendita, fino a esaurimento, le seguenti :

CIRILLO - modello a tubo con motore ad elastico . .	L.	**5.00**
LIBELLULA - modello a tubo con motore ad elastico 2 fogli	»	**6.00**
A P V, a elastico, ripr. « Koolhoven F. K. 55 » . . .	»	**12.60**
A P XI, a elastico, ripr. « Klem K.L. 35 »	»	**12.60**
A P XII, a elastico, tandem Schehak	»	**12.60**
G F I, aeromodello ad elastico	»	**12.60**
G F IV, aeromod. « Canard » ad elastico	»	**12.60**
« Lupus 9 », aeromodello ad elastico	»	**12.60**
« Lupus 2 », idromodello ad elastico	»	**12.60**
ROSTRO - veleggiatore	»	**7.00**
A. P. X, veleggiatore, riproduz. « Minimoa »	»	**12.60**
A. P. XIII, veleggiatore da gara A. XVI	»	**12.60**
« Lupus 3 », aeromodello veleggiatore	»	**12.60**
« Lupus 8 », aeromodello veleggiatore	»	**12.60**
« Lupus 11 », aeromodello veleggiatore	»	**12.60**
« Lupus 4 », aeromodello con motore a scoppio . . .	»	**12.60**
« Lupus 10 », aeromodello con motore a scoppio . . .	»	**12.60**
« Lupus 5 », aeromodello ad elitre	»	**12.60**
« Lupus 1 », aeromodello ad ali battenti	»	**12.60**
TAVOLA con caratteristiche e tracciati di profili alari .	»	**12.60**

Le tavole qui elencate vengono spedite franche di porto nell'interno del Regno, colonie e Albania.

INDIRIZZARE LE RICHIESTE A:

UFFICIO EDITORIALE AERONAUTICO

VIA RIPENSE, 1 — ROMA

Eseguite i vostri versamenti sul c / c postale N. **1/24718** *intestato all' Ufficio Editoriale Aeronautico - Roma.*

Abbonatevi a

L'AQUILONE

settimanale di aeronautica per i giovani

L'AQUILONE *è il giornale degli aeromodellisti e degli aviatori di domani, di tutti i giovani e di tutti gli adulti che credono nella aviazione quale mezzo potente di difesa della Patria e quale espressione di progresso e di civiltà. Fatelo conoscere ai vostri amici e ai vostri compagni di scuola o di lavoro.*

L'AQUILONE *é il giornale sul quale ognuno di voi, che ne abbia la capacità, potrà scrivere e al quale ognuno di voi potrà rivolgersi per informazioni, consigli, giudizi. Ci sarà sempre chi avrà per voi, giovani, una parola buona e chi potrà ascoltare le vostre confidenze o svelarvi un piccolo mistero della scienza.*

Chiedete un numero di saggio de

L' AQUILONE

Abbonamento annuale **L. 25** ▪ semestrale **L. 14** ▪ Estero il doppio

UN NUMERO L. **0.6**) NUMERI ARRETRATI L. **1.2**)

Eseguite i vostri versamenti sul Conto Corrente Postale N. **1-24718** intestato all' Ufficio Editoriale Aeronautico, Via Ripense, 1 - Roma